
UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 00177388 6





602
2 Vols

COSMOS.

Juan Rios Herrera





BIBLIOTECA HISPANO-SUR-AMERICANA.

COSMOS

ENSAYO DE UNA

DESCRIPCION FÍSICA DEL MUNDO

POR

ALEJANDRO DE HUMBOLDT.

VERTIDO AL CASTELLANO

PARA

ESTA BILIOTECA.

TOMO I.

BÉLGICA.

EDUARDO PERIÉ, EDITOR.

1875.

Q
158
.5
[illegible]
1885
v.1-2

PREFACIO

DE

ALEJANDRO DE HUMBOLDT (1)

Próxima á su fin mi existencia, ofrezco á mis compatriotas una obra que ocupa mi pensamiento hace ya medio siglo; héla abandonado en diferentes ocasiones, dudando de que empresa tan temeraria lográra al cabo realizarse; pero otras tantas, quizás imprudentemente, he vuelto á proseguirla, persistiendo así en mi propósito primero. Doy al público el *Cosmos*, con la natural timidez que me inspira la justa desconfianza de mis fuerzas, y procurando olvidar que aquellas obras por mucho tiempo esperadas, son

(1) Las unidades de medida de que en esta obra se hace uso son las del sistema métrico, legal y vigente en España; y las indicaciones termométricas, se refieren á la escala centígrada. *(N. del T.)*

las que con menor benevolencia se reciben generalmente.

Las vicisitudes de mi vida y el ardiente deseo de instruirme en muy diferentes materias, me obligaron á ocuparme durante muchos años, y esclusivamente en apariencia, en el estudio de ciencias especiales, como la botánica, la geología, la química, la astronomía y el magnetismo terrestre. Preparacion necesaria era esta, si habian de emprenderse con utilidad lejanos viajes; pero tambien tales trabajos tenian otro objeto más elevado: el de comprender el mundo de los fenómenos y de las fórmas físicas en su conexion y mútua influencia. Desde mi primera edad he tenido la suerte de escuchar los benévolos consejos de hombres superiores, convenciéndome desde luego de que si no se poseen sólidos conocimientos relativamente á las diversas partes de las ciencias naturales, la contemplacion de la naturaleza en más estensos horizontes, como el intento de comprender las leyes porque se rige la física del mundo, solo vana y quimérica empresa serian.

Los conocimientos especiales se asimilan y fecundan mútuamente por el mismo enlace de las cosas. Cuando la botánica descriptiva, por ejemplo, no se circunscribe á los estrechos límites del estudio de las formas y su reunion en géneros y especies, lleva al observador que recorre bajo diferentes climas, vastas estensiones continentales, montañas y mesetas, á las fundamen-

tales nociones de la *Geografía de las plantas*, á la esposicion de la distribucion de los vejetales, segun la distancia del Ecuador y su elevacion sobre el nivel de los mares. Ahora bien; para comprender las complicadas causas de las leyes que regulan esta distribucion, preciso es penetrar en el estudio profundo de los cambios de temperatura del radiante suelo y del océano aéreo de que nuestro globo se halla envuelto. De este modo es como el naturalista ávido de saber se vé conducido de una esfera de fenómenos dada á otra segunda que limita los efectos de aquella. La Geografía de las plantas, cuyo nombre era casi desconocido há medio siglo, nos ofrecería una árida nomenclatura, desprovista de interés, si no recibiese poderoso auxilio de los estudios meteorológicos.

La mayor parte de los viajeros que han verificado espediciones científicas, se limitaron á visitar costas, y así necesariamente tiene que suceder en los viajes alrededor del mundo; yo he disfrutado de la ventaja de haber recorrido espacios considerables en el interior de dos grandes continentes, y en regiones en que presentan los más fuertes contrastes, como son: el paisaje tropical y alpino de Méjico ó de la América del Sur, y el paisaje de las estepas del Asia boreal. Empresas de esta clase debian, dada la tendencia á generalizar las ideas que hay en mi espíritu, vivificar mi ardimiento, y escitarme á reunir en una obra especial, los fenómenos terres-

tres y los que se efectuan en los espacios celestes. La *descripcion física de la tierra*, poco determinada hasta entonces como ciencia, se convirtió, segun este pensamiento, que se estendia á todas las cosas creadas, en una *descripcion física del Mundo.*

Grandes dificultades presenta la composicion de una obra semejante, si ha de reunir al valor científico, el mérito de la forma literaria. Trátase de llevar el órden y la luz á la riqueza inmensa de materiales que se ofrecen al pensamiento, sin despojar á los cuadros de la naturaleza del soplo que los anima; porque si nos limitáramos á esponer resultados generales, incurriríamos en una gran aridez y monotonía, parecida á la que resultaria de enumerar multitud de hechos particulares. No me atrevo á lisonjearme de haber satisfecho condiciones tan difíciles de llenar, y evitado escollos cuya existencia únicamente puedo yo señalar.

La débil esperanza que tengo de obtener la indulgencia del público descansa en el interés que ha manifestado hace tantos años, por una obra publicada poco despues de mi vuelta de Méjico y los Estados-Unidos, con el título de *Cuadros de la Naturaleza.* Este libro, escrito primitivamente en aleman, y traducido al francés, con raro conocimiento de ambos idiomas, trata bajo puntos de vista generales, de algunas ramas de la geografía física, tales como la fisonomía de los vegetales, de las sábanas y de los desier-

tos, y el aspecto de las cataratas. Si ha sido de alguna utilidad, débese menos á los conocimientos que en él han podido encontrarse, que á la influencia que ha ejercido en el ánimo y la imaginacion de una juventud ávida de saber y pronta á lanzarse á lejanas empresas. He procurado hacer ver en el *Cosmos*, lo mismo que en los *Cuadros de la Naturaleza*, que la exacta y precisa descripcion de los fenómenos no es absolutamente inconciliable con la pintura viva y animada de las imponentes escenas de la creacion.

Esponer en cursos ó lecciones públicas las ideas que se creen nuevas, me pareció siempre el medio mejor de darlas la posible claridad; por esto intenté este ensayo en dos lenguas diferentes, en París y en Berlin. No conozco los cuadernos que oyentes entendidos formaron entonces, prefiriendo no consultarlos; porque la redaccion de un libro impone bien diversas obligaciones de las que lleva consigo la esposicion oral de un curso público. A escepcion de algunos fragmentos de la Introduccion, todo el *Cosmos* ha sido escrito en los años de 1843 y 1844; debiendo advertir, que el curso que dí en Berlin, y que se compone de sesenta lecciones, es anterior á mi espedicion al Norte del Asia.

El primer tomo de esta obra contiene un cuadro de la Naturaleza, que abarca el conjunto de los fenómenos del universo, desde las nebulosas planetarias hasta la geografía de las plantas y los animales, terminando por las razas huma-

nas. Este cuadro vá precedido de algunas consideraciones sobre los diferentes grados de goce que ofrecen el estudio de la naturaleza y el conocimiento de sus leyes, y una discusion razonada sobre los límites de la ciencia de los Cosmos, y el método segun el cual intento esponerla. Todo lo que respecta al detalle de las observaciones particulares, y á los recuerdos de la antigüedad clásica, eterna fuente de instruccion y de vida, está reducido en notas colocadas al final de cada tomo.

Es observacion muy frecuente y al parecer poco consoladora, la que cuanto no tiene sus raices en las profundidades del pensamiento, del sentimiento y de la imaginacion creadora, cuanto depende de los progresos de la esperiencia, de las revoluciones que la creciente perfeccion de los instrumentos y la esfera más estensa cada dia de la observacion hacen esperimentar á las teorías físicas, pronto envegece. Las obras de ciencias naturales llevan pues en sí mismas un gérmen de destruccion, de tal suerte que en menos de un cuarto de siglo se ven condenadas al olvido por la rápida marcha de los descubrimientos, é ilegibles para aquellos que se encuentran á la altura de los progresos del tiempo. Sin negar la exactitud de estas reflexiones, pienso no obstante que aquellos á quienes el prolongado é íntimo contacto con la naturaleza penetró del sentimiento de su grandeza, y que en este saludable comercio fortificaron á la vez su carác-

ter y su espíritu, no pueden afligirse de que cada dia sea más y más conocida, y se estienda incesantemente el horizonte de las ideas como el de los hechos. En el estado actual de nuestros conocimientos partes muy importantes de la física del mundo están ya cimentados sobre sólidos fundamentos. Un libro en que se pretende reunir todo lo que en una época dada se ha descubierto en los espacios celestes, en la superficie del globo, y á la débil distancia en que nos está permitido leer en sus profundidades, puede, si no me engaño, ofrecer aun algun interés, cualquiera que sean los progresos futuros de la ciencia, con tal que logre retratar vivamente una parte siquiera de lo que el espíritu humano apercibe como general, constante y eterno, entre las aparentes fluctuaciones de los fenómenos del universo.

APUNTES BIOGRÁFICOS

DE HUMBOLDT.

No pretendemos escribir una biografía propiamente dicha del ilustre sábio aleman, autor del *Cosmos*, empresa de suyo árdua y difícil; porque para seguir paso á paso el camino que Humboldt recorriera durante su vida, y detallar sus triunfos, y examinar sus trabajos, fuera preciso más espacio del que podemos disponer, y entrar en la historia de las ciencias naturales, tan adelantadas en periodo tan breve, merced, muy principalmente, á las investigaciones de este grande hombre.

Ya que así no sea, al menos reseñaremos ligeramente los puntos más culminantes de tan gloriosa existencia, cumpliendo de este modo con el respeto que á la memoria del autor del *Cosmos* se debe, y con la obligacion de darlo á conocer á los lectores de su obra inmortal.

Nació Alejandro de Humboldt, baron de Humboldt, en Berlin, el dia 14 de Setiembre de 1769. Su padre, mayor del ejército prusiano y chambelan del rey, casó con Mme. Colomb, viuda del baron de Holwede. De estas segundas nupcias nacieron, el ilustre sábio de quien tratamos, y Guillermo, de alguna más edad que Alejandro, muy estimado como lingüista y filósofo, y que ocupó puestos diplomáticos de importancia en su país. Una intimidad inalterable ligó durante su vida á los dos hermanos, que juntos pasaron sus primeros años en Tegel, posesion de recreo de la familia, cerca de la capital.

Uno de los maestros que cuidó de su educacion en la infancia fué Campe, autor del Nuevo Robinson, libro tan conocido como bello. Despues continuó Kunth la enseñanza hasta la salida de los hermanos para las universidades.

En 1783 fueron á Berlin donde recibieron las lecciones de varios hombres ilustres, hasta que en 1786 pasaron á la universidad de Francfort, y de allí á Gottinga, cuna por entonces de los más distinguidos sábios. Blumenbach, Eichhorn y Heyne, enseñaban en aquella casa, y de todas partes venia la juventud más florida á recoger la ciencia de sus autorizados lábios. Alejandro Humboldt, apartado de su hermano desde esta época, hizo gran amistad con Jorge Forster, residente en Gottinga. Forster que acompañó á Cook, siendo aun niño, á su viaje alrededor del mundo, encendió con sus narraciones inteligentes

los deseos innatos de Humboldt hácia las correrías é investigaciones remotas.

El resultado de estas sinceras relaciones de Forster y Humboldt, fué un viaje que hicieron el año 1790 á las orillas del Rhin. La primera obra de Humboldt *Observaciones mineralógicas sobre ciertas formaciones basálticas del Rhin*, fué el fruto de esta espedicion.

Poco tiempo despues le llevaron sus aficiones á la escuela de Comercio de Hamburgo, y de allí á la Academia de minas de Freiberg, donde Werner asentaba su brillante reputacion como geólogo y mineralogista. En esta famosa Academia hizo conocimiento con el célebre Leopoldo de Buch, que llegó á ser uno de sus mejores y más íntimos amigos.

Acabada su educacion, ocupó el empleo de asesor del distrito minero de Berlin y de los principados de Bayreuth y de Auspach. Por entonces (año de 1793) publicó Humboldt su *Flora subterránea de Freiberg, con aforismos sobre la fisiología química de las plantas*. Tambien en esta época el poeta Sniller le agregó á la redaccion de su periódico *Las horas*, en el cual vió por primera vez la luz su opúsculo la *Fuerza vital*, que despues llevó á los *Cuadros de la naturaleza*. Algo más tarde y por consecuencia del descubrimiento famoso de Galbani, Humboldt dió á la imprenta en 1795, su trabajo titulado *Esperimentos sobre la irritabilidad nerviosa y muscular*, á que tanto cariño mostró siempre.

Desde 1793 á 1796, este espíritu infatigable, en el cual se engendraban necesidades y aficiones de tan diversos géneros, ocupó tambien varios puestos en la carrera diplomática de alguna importancia. A fines de 1796 tuvo el pesar de perder á su virtuosa madre. Esta desgracia fué sin embargo la causa ocasional de sus viajes á América, deseo contenido por su amor filial. Desde este momento no pensó sino en prepararse para nuevos estudios, entre ellos la astronomía bajo la direccion de Zach, enagenando sus bienes para realizar su propósito bien decidido de visitar el nuevo mundo.

Con Leopoldo de Buch pasó en Italia corto tiempo, dirigiéndose á París que aun no conocia, con el objeto de adquirir ciertos instrumentos necesarios á sus espediciones y relacionarse á la vez con lo más florido del mundo científico. La acogida que obtuvo escedió á sus esperanzas, y despertó en él un cariño estraordinario por aquel país, que conservó hasta su muerte.

Sin efecto la espedicion del Bristol al Egipto, en 1798, y aplazada indefinidamente la que Baudin y Hamelin proyectaban á la Australia, por encargo del Directorio, se decide Humboldt que venia ya acompañado de Bonpland, con quien trabó amistad en Francia, á pasar el invierno de 1798 á 1799 en la capital de España.

Su merecida fama científica y lo esmerado de su educacion, conquistáronle aquí las simpatías de muchas personas de valimiento, y el apoyo

de Urquijo, ministro á la sazon de Cárlos IV. Aprovechóse Humboldt de estas relaciones, y solicitó y obtuvo por mediacion de Urquijo, el permiso de visitar nuestras colonias de América y las islas Filipinas, encareciendo Humboldt las inapreciables ventajas que habríamos de reportar de su viaje, por el mas exacto conocimiento de nuestros dominios allende los mares.—En las siguientes palabras nos da cuenta él mismo de sus gestiones y del éxito que lograron: «Presentáronme á la córte, residente á la sazon en el real sitio de Aranjuez, y el rey me acogió con sumo agrado. Espliquéle los móviles que me inducian á intentar un viaje al Nuevo Mundo y á las Filipinas, y presenté una Memoria sobre el asunto al secretario de Estado D. Mariano Luis de Urquijo. Este ministro apoyó mis pretensiones y desvaneció todos los impedimentos. Obtuve dos pasaportes, uno del rey mismo, y otro del Consejo de Indias: jamás se habia otorgado un permiso mas lato á viajero alguno, ni ningun extranjero habia sido honrado por el Gobierno español con una confianza igual á la que se me dispensó.»

Embarcáronse Humboldt y Bonpland en la Coruña, siendo recibidos por el capitan de la corbeta *Pizarro* con la consideracion mas distinguida, por órden de nuestro Gobierno. Hicieron escala en Tenerife, y allí se detuvieron los ilustres viajeros para estudiar el Pico y la Orotava, todo el tiempo que desearon, arribando

felizmente á Cumaná, el 16 de julio del mismo año de 1799, y pisando al fin el anhelado suelo americano. Gloria y grande toca á España por el auxilio eficacísimo que prestara á Humboldt, y por ser tambien con este motivo ocasion de la bellísima obra del sábio aleman, *Ensayo sobre la isla de Cuba.*

Comenzó Humboldt sus investigaciones por el estado de Venezuela, en donde llamaron su atencion profundamente los temblores de tierra, tan frecuentes en aquellas regiones apartadas, aquellas selvas vírgenes, aquellos raudales que dan el carácter á la fértil naturaleza de los paises de América.

El Orinoco, el Rio Negro, el Casiquiare, el Atrapabo, cuantas corrientes de alguna importancia riegan aquel suelo, son visitadas por los intrépidos viajeros, descansando al fin en Angostura, hoy Ciudad-Bolivar. Humboldt y Bonpland regresaron á Cumaná, con el propósito de reunirse á la espedicion de Baudin y Hamelin; mas el bloqueo de los ingleses les hizo desistir de su intento, hasta que trascurridos dos meses llegan á la Habana, permaneciendo allí algun tiempo.

Tienen noticia por entonces de que el capitan Baudin habia doblado el Cabo de Hornos, y abandonan á Cuba, dirigiéndose á las costas del mar del Sur por Puerto Cabello, Cartagena y el istmo de Panamá.

Suben el Rio Magdalena, en Nueva-Granada,

hasta Santa Fé de Bogotá, desde donde, despues de unos dias de esploraciones curiosas, paran en Quito en enero de 1802. La cordillera de Quindiu y sus volcanes fueron prolijamente estudiados durante cinco ó seis meses, verificando á seguida, el 23 de junio, la famosa ascension al Chimborazo hasta una altura de 6,072 metros, la mayor que hombre alguno habia por entonces alcanzado.

Humboldt y Bonpland se dirigieron luego al Perú, descansando en Lima algun tiempo; desde allí fueron á Guayaquil y se embarcaron para Méjico á donde arribaron en abril de 1802.

De gran importancia y fecundos resultados para la ciencia, fueron los numerosos trabajos de los intrépidos viajeros en esta comarca de la América, del dominio de los españoles en aquella época. Embarcáronse para la Habana en marzo de 1804. Despues de algun tiempo se dirigieron á los Estados-Unidos, visitaron Filadelfia y Washington, haciendo conocimiento con Jefferson, presidente de aquella república, hombre ilustrado que los acogió con distincion. Tuvo allí Humboldt noticia de que la Academia de Ciencias de París le habia nombrado sócio correspondiente, y el 9 de junio de 1804 partió para Francia.

Su llegada á la capital fué un triunfo, tanto mayor, cuanto que habian corrido noticias de su muerte.

Humboldt comenzó á ocuparse, una vez en

París, de la publicacion del célebre *Viaje á las regiones equinocciales del Nuevo Continente*, cuya primera entrega salió en 1807, no terminando la obra hasta 1827. Al levantamiento de este trabajo monumental que consta de 8 tomos en 4.° y 15 en fólio, cooperaron con sus conocimientos Arago, Cuvier, Gay-Lussac, Kunth, Klaproth, Wildenow, Oltmanns, Latreille, Valenciennes y Vauquelin, en mas ó menos parte. Humboldt se ligó íntimamente con Gay-Lussac y Arago, á quienes tuvo por contrarios con ocasion de su *Memoria sobre la descomposicion química del aire atmosférico*, publicada en Alemania antes de su viaje á América.

Humboldt y Gay-Lussac pasaron juntos á Italia en marzo de 1805, atravesaron los Alpes y Apeninos, llegando á Roma, donde le esperaban su hermano Guillermo, y su amigo Leopoldo de Buch. Además de los trabajos y esperimentos meteorológicos que practicaron durante su espedicion, Humboldt con Gay-Lussac y Buch visitaron el Vesubio, precisamente en una de sus más terribles esplosiones.

A su regreso de Italia, hace Humboldt una escursion á su pátria, donde fué celebrada su vuelta por una medalla. Durante su permanencia en Prusia, preparó la primera edicion de sus *Cuadros de la Naturaleza*, que se publicaron en 1808.—En 1814 pasa á Lóndres con su hermano, ministro plenipotenciario de Prusia en la Gran Bretaña.—En 1822, por deseo especial del rey de

Prusia, le acompaña al Congreso de Verona y á Nápoles.

Terminada en 1827 la publicacion de su obra, cede á las instancias del rey de Prusia, y vuelve á fijar su residencia en Berlin. Ocúpase en esta época de la *Geografía de las plantas del Nuevo Continente*, y publica el *Ensayo sobre la isla de Cuba*.

En 1829 el czar Nicolás de Rusia le invitó á que visitara el Asia Central en compañía de G. Rose, Ehrenberg y Menschenin. Esta espedicion que emprendió Humboldt á los sesenta años de edad, salió de San Petersburgo el 20 de mayo de 1829, visitando Moscou, Kasan, Yekatherinenburgo, los montes Ourales, Nisnei-Taguilok, Bogoslowsk, Tobolsk y Altaí; desde allí el lago Dsainsang, en la Dzongaria, volviendo á Moscou á los nueve meses, por las estepas de Ischim, Omsk, Miask, el lago Ilimano, Orenburgo, Astrakan, el Mar Caspio, Saratow, Sarepta, Woronech y Tula.

Los principales resultados de este famoso viaje, fueron consignados en los *Fragmentos de geología y de climatología asiáticas*, en la obra alemana de Gustavo Rose, *Viage de Humboldt, Ehrenberg y Rose á los montes Urales y Altai y al mar Caspio*, y sobre todo, en el bellísimo estudio escrito en francés por Humboldt, á que dió el título de *Asia Central*.

Al regresar de su espedicion, recibió Humboldt el encargo de ir á reconocer á Luis Felipe

por rey de los franceses, despues de los sucesos de julio de 1830, volviendo á Berlin cuando la revolucion destronó al Orleans.

En 1835 Alejandro de Humboldt esperimentó el amargo dolor de perder á su hermano, y en 1838 á la hija mayor de este, que era tambien la mas querida; y por último, en 1840 á su rey Federico Guillermo III, que de tantas distinciones le hizo objeto.

Trabajaba Humboldt qor entonces en su *Asia Central*, y en el *Exámen crítico de la historia de la geografía del Nuevo Continente.*

En 1841 acompañó á Federico Guillermo IV á Lóndres, con ocasion del bautismo del príncipe de Galles.

Poco tiempo despues, en 1842, con motivo de la muerte desgraciada del duque de Orleans, volvió á París, y terminó su obra el *Asia Central*, que se publicó en 1843.

No por esta incansable actividad, dejaba Humboldt de pensar en su *Cosmos*, resúmen en donde se propuso encerrar la historia de la ciencia, y á pesar de sus setenta y cinco años de edad se ocupaba sin levantar mano de realizar su intento.

En 1844 dió á la imprenta la primera parte del *Cosmos*, y apenas publicada en aleman, fué á París, entendiéndose con Faye, astrónomo y miembro del Instituto, para que empezase cuanto antes la traduccion francesa que apareció en 1846. Al principio créese que el autor tuvo el

propósito de no escribir sino dos tomos del *Cosmos*; mas su afan de estender los conocimientos por él adquiridos, le arrastró á dar cuatro.

En 1847 salió la segunda parte de esta obra colosal, y la traduccion francesa de este segundo tomo, poesía de la ciencia, fué encomendada por Humboldt mismo á Galuski, distinguido escritor que comprendió bien su pensamiento.

Respecto del tercer tomo, Humboldt, para satisfacer la impaciencia del público y aun la suya propia, lo dividió en dos partes, cuya traduccion francesa confió á Faye y Galuski.

Por consecuencia de la muerte de Arago, á quien tanto estimaba Humboldt, se paralizó algun tanto la publicacion del cuarto tomo del *Cosmos*, pues el autor trabajó mucho en la de las obras de su difunto amigo, las cuales adicionó y notó, precediéndolas de un prólogo importantísimo.

Por fin, en 1857 apareció la cuarta parte del *Cosmos*, y en 1859 su traduccion francesa.

Las fuerzas de este ilustre anciano comenzaron á decaer en 1858. Por entonces, sin embargo, era su constante preocupacion la de dar un quinto tomo del *Cosmos*, y una nueva edicion en 8.° de todas aquellas de sus obras que pudieran alcanzar éxito al reproducirlas. Esta edicion debia contener el *Viaje á las regiones equinocciales;* las *Vistas de las cordilleras y monumentos de Méjico;* la *Historia de la geografía del Nuevo Continente*; el *Asia Central;* los *Cua-*

dros de la Naturaleza; el *Ensayo sobre la geografia de las plantas*; las *Misceláneas de geologia y de fisica general*, y el *Cosmos;* en una palabra, las obras mas importantes y las que ejercieron tan justa y merecida influencia en la cultura y adelantos de la ciencia.

Este genio profundo y hombre universal, murió el 6 de mayo de 1859, á los noventa años de edad. Su fama y su nombre serán imperecederos.

INTRODUCCION.

CONSIDERACIONES SOBRE LOS DIFERENTES GRADOS DE GOCE QUE OFRECEN EL ASPECTO DE LA NATURALEZA Y EL ESTUDIO DE SUS LEYES.

Dos temores distintos esperimento al procurar desenvolver, tras una larga ausencia de mi patria, el conjunto de los fenómenos físicos del globo y la accion simultánea de las fuerzas que animan los espacios celestes. De una parte, la materia que trato es tan vasta y tan variada, que temo abordar el asunto de una manera enciclopédica y superficial; de otra, es deber mio no cansar la imaginacion con aforismos que únicamente ofrecerian generalidades bajo formas áridas y dogmáticas. La aridez nace frecuentemente de la concision, mientras que el intento de abrazar á la vez escesiva multiplicidad de objetos produce falta de claridad y de precision en el encadenamiento de las ideas. La naturaleza es el reino de la libertad, y para pintar vivamente las concep-

ciones y los goces que su contemplacion profunda espontáneamente engendra, sería preciso dar al pensamiento una espresion tambien libre y noble en armonía con la grandeza y majestad de la creacion.

Si se considera el estudio de los fenómenos físicos, no en sus relaciones con las necesidades materiales de la vida, sino en su influencia general sobre los progresos intelectuales de la humanidad, es el mas elevado é importante resultado de esta investigacion, el conocimiento de la conexion que existe entre las fuerzas de la naturaleza, y el sentimiento íntimo de su mútua dependencia. La intuicion de estas relaciones es la que engrandece los puntos de vista, y ennoblece nuestros goces. Este ensanche de horizontes es obra de la observacion, de la meditacion y de el espíritu del tiempo en el cual se concentran las direcciones todas del pensamiento. La historia revela á todo el que sabe remontarse á través de las capas de los siglos anteriores, hasta las raices profundas de nuestros conocimientos, cómo desde miles de años, el género humano ha trabajado por conocer en las mutaciones incesantemente renovadas, la invariabilidad de las leyes naturales, y en conquistar progresivamente una gran parte del mundo físico por la fuerza de la inteligencia. Interrogar los anales de la historia es seguir esta senda misteriosa sobre la cual la imájen del *Cosmos*, revelada primitivamente al sentido interior como un vago presentimiento de

la armonía y del órden en el Universo, se ofrece hoy al espíritu como el fruto de largas y sérias observaciones.

A las dos épocas de la contemplacion del mundo esterior, al primer destello de la reflexion y á la época de una civilizacion avanzada, corresponden dos géneros de goces. El uno, propio de la sencillez primitiva de las antiguas edades, nace de la adivinacion del órden anunciado por la pacífica sucesion de los cuerpos celestes y el desarrollo progresivo de la organizacion; el otro, resulta del exacto conocimiento de los fenómenos. Desde el momento en que el hombre, al interrogar la naturaleza, no se limita á la observacion, sino que dá vida á fenómenos bajo determinadas condiciones; desde que recoge y registra los hehos para estender la investigacion más a llá de la corta duracion de su existencia, la *Filosofía de la Naturaleza* se despoja de las formas vagas y poéticas que desde su orígen la han pertenecido; adopta un carácter más severo; compulsa el valor de las observaciones, no adivina ya; combina y razona. Entonces las afirmaciones dogmáticas de los siglos anteriores, se conservan solo en las creencias del pueblo y de las clases que se aproximan á él por su falta de ilustracion; y se perpetúan sobre todo en algunas doctrinas que se cubren bajo místico velo, para ocultar su debilidad. Las lenguas recargadas de espresiones figuradas, llevan largo tiempo los rasgos de estas primeras intuiciones. Un pequeño

número de símbolos, producto de una feliz inspiracion de los tiempos primitivos, toma poco á poco formas menos vagas, y, mejor interpretados, se conservan hasta en el lenguaje científico.

La naturaleza, considerada por medio de la razon, es decir, sometida en su conjunto al trabajo del pensamiento, es la unidad en la diversidad de los fenómenos, la armonía entre las cosas creadas, que difieren por su forma, por su propia constitucion, por las fuerzas que las animan; es el Todo animado por un soplo de vida. El resultado mas importante de un estudio racional de la naturaleza es recoger la unidad y la armonía en esta inmensa acumulacion de cosas y de fuerzas; abrazar con el mismo ardor, lo que es consecuencia de los descubrimientos de los siglos pasados con lo que se debe á las investigaciones de los tiempos en que vivimos, y analizar el detalle de los fenómenos sin sucumbir bajo su masa. Penetrando en los misterios de la naturaleza, descubriendo sus secretos, y dominando por el trabajo del pensamiento los materiales recogidos por medio de la observacion, es como el hombre puede mejor mostrarse más digno de su alto destino.

Si reflexionamos desde luego acerca de los diferentes grados de goce á que dá vida la contemplacion de la naturaleza, encontramos que en el primer lugar debe colocarse una impresion enteramente independiente del conocimiento íntimo de los fenómenos físicos; independiente tambien

del carácter individual del paisaje, y de la fisonomía de la region que nos rodea. Donde quiera que en una llanura monótona, sin más límites que el horizonte, plantas de una misma especie, brezos, cistos ó gramíneas, cubren el suelo, en los sitios en que las olas del mar bañan la ribera y hacen reconocer sus pasos por verdosas estrias de ovas y alga flotante, el sentimiento de la naturaleza, grande y libre, arroba nuestra alma y nos revela como por una misteriosa inspiracion que las fuerzas del Universo están sometidas á leyes. El simple contacto del hombre con la naturaleza, esta influencia del gran ambiente, ó del *aire libre*, como dicen otras lenguas con mas bella espresion, egercen un poder tranquilo, endulzan el dolor y calman las pasiones, cuando el alma se siente íntimamente agitada. Estos beneficios los recibe el hombre por todas partes, cualquiera que sea la zona que habite; cualquiera que sea el grado de cultura intelectual á que se haya elevado. Cuanto de grave y de solemne se encuentra en las impresiones que señalamos, débenlo al presentimiento del órden y de las leyes, que nace espontáneamente al simple contacto de la naturaleza; así como al contraste que ofrecen los estrechos límites de nuestro ser con la imájen de lo infinito revelada por doquiera, en la estrellada bóveda del cielo, en el llano que se estiende más allá de nuestra vista, en el brumoso horizonte del Océano.

Otro goce es el producido por el carácter in-

dividual del paisaje, la configuracion de la superficie del globo en una region determinada. Las impresiones de este género son más vivas, mejor definidas, más conformes á ciertas situaciones del alma. Ya es la inmensidad de las masas, la lucha de los elementos desencadenados ó la triste desnudez de las estepas, como en el norte del Asia, lo que escita nuestra emocion; ya, bajo la inspiracion de sentimientos mas dulces, cáusala el aspecto de los campos cubiertos de ricos frutos, la habitacion del hombre al borde del torrente ó la salvaje fecundidad del suelo vencido por el arado. Insistimos menos aquí sobre los grados de fuerza que distinguen estas emociones, que sobre la diferencia de sensaciones que escita el carácter del paisaje, y á las cuales dá este mismo carácter su encanto y su duracion.

Si me fuese permitido abandonarme á los recuerdos de lejanas correrías, entre los goces que presentan las escenas de la naturaleza, señalaría, la calma y magestad de esas noches tropicales, en que las estrellas privadas, de centelleo, arrojan una dulce luz planetaria sobre la superficie blandamente agitada del Océano; recordaría esos profundos valles de las Cordilleras, donde los esbeltos troncos de las palmeras agitan sus cabezas empenachadas, atraviesan las bóvedas vegetales, y forman en largas columnatas, «un bosque sobre el bosque;» (1) describiría el vértice del pico de Tenerife en el momento en que una capa horizontal de nubes, deslumbrante de blancura,

separa el cono de cenizas de la llanura inferior, y súbitamente, por efecto de una corriente ascendente, deja que desde el borde mismo del cráter, pueda la vista dominar las viñas del Orotava, los jardines de naranjas y los grupos espesos de los plátanos del litoral. No es ciertamente, lo repito, el dulce encanto uniformemente esparcido en la naturaleza, lo que nos conmueve ya en estas escenas; es la fisonomia del suelo, su propia configuracion, la mezcla de las nubes, de las islas vecinas y del horizonte del mar, que confunden sus formas indecisas en los vapores de la mañana. Todo cuanto nuestros sentidos perciben vagamente, todo cuanto los parajes románticos presentan de más horrible, puede llegar á ser para el hombre manantial de goces; su imaginacion encuentra en todo medios de ejercer libremente un poder creador. En la vaguedad de las sensaciones, cambian las impresiones con los movimientos del alma, y por una ilusion tan dulce como fácil creemos recibir del mundo exterior lo que nosotros mismos sin saberlo hemos depositado en él.

Cuando alejados de la pátria, desembarcamos por primera vez en tierra de los trópicos, despues de una larga navegacion, nos sorprende agradablemente reconocer en las rocas que nos rodean las mismas eschistas inclinadas, iguales basaltos en columnas cubiertos de amigdaloydes celulares, que los que acabábamos de dejar sobre el suelo europeo, y cuya identidad en zonas tan

diferentes, nos demuestran que la corteza de la tierra al solidificarse, ha quedado independiente de la influencia de los climas. Pero estas masas de rocas schistosas y basálticas se encuentran cubiertas de vegetales de una fisonomia que nos sorprende, y de un aspecto desconocido. Allí es donde, rodeados de formas colosales, y de la magestad de una flora exótica, esperimentamos, cómo por la maravillosa flexibilidad de nuestra naturaleza, se abre el alma fácilmente á impresiones que tienen entre sí un lazo misterioso y secreta analogía. Tan íntimamente unido nos figuramos cuanto tiene relacion con la vida orgánica, que si á primera vista se ocurre que una vegetacion semejante á la de nuestro país natal debería encantarnos, como encanta nuestro oido el idioma de la patria dulcemente familiar, poco á poco, sin embargo, nos sentimos naturalizados en los nuevos climas. Ciudadano del mundo, el hombre, en todo lugar, acaba por familiarizarse con cuanto le rodea. Unicamente el colono aplica á algunas plantas de esas nuevas regiones, nombres que importa de la madre patria, como un recuerdo cuya pérdida sentiría. Por las misteriosas relaciones que existen entre los diferentes tipos de la organizacion, las formas vegetales exóticas se presentan á su pensamiento embellecidas por la imagen de las que rodearon su cuna. Así es que la afinidad de sensaciones conduce al mismo objeto á que nos lleva más tarde la laboriosa comparacion de los hechos, á la íntima per-

suacion de que un solo é indestructible nudo encadena la naturaleza entera.

La tentativa de descomponer en sus diversos elementos la mágia del mundo físico, llena está de temeridad; porque el gran carácter de un paisaje, y de toda escena imponente de la naturaleza, depende de la simultaneidad de ideas y de sentimientos que agitan al observador. El poder de la naturaleza se revela, por decirlo así, en la conexion de impresiones, en la unidad de emociones y de efectos que se producen en cierto modo de una sola vez. Si se quieren indicar sus fuentes parciales, es preciso descender por medio del análisis á la individualidad de las formas y á la diversidad de las fuerzas. Los mas ricos y variados elementos de este género de análisis se ofrecen á la vista de los viajeros en el paisaje del Asia austral, en el gran archipiélago de la India, y sobre todo en el Nuevo Continente, donde los vértices de las altas Cordilleras forman los bajíos del Océano aéreo, y donde las mismas fuerzas subterráneas que en otros tiempos levantaron cadenas de montañas, las conmueven aun hoy, y amenazan sepultarlas.

Los Cuadros de la naturaleza, trazados con un pensamiento reflexivo, no se han hecho con el único objeto de agradar á la imaginacion; pueden tambien, cuando se los relaciona entre sí, reproducir las impresiones en virtud de las cuales, se pasa gradualmente desde el litoral uniforme ó las desnudas estepas de la Siberia,

hasta la inagotable fecundidad de la zona tórrida. Si colocamos imaginariamente el Monte Pilato sobre el Schreckhorn (2), ó la Schneekoppe sobre el Mont-Blanc, no habremos llegado á componer uno de los grandes colosos de los Andes, el Chimborazo, que tiene doble altura que el Etna; y únicamente superponiendo el Righi ó el monte Athos al Chimborazo, puede formarse idea del más alto vértice del Himalaya, del Dhawalagiri. Aunque las montañas de la India, por su asombrosa elevacion, escedan con mucho (un gran número de exactas medidas han dado al fin este resultado) á las Cordilleras de la América meridional, no pueden sin embargo, ofrecer la misma variedad de fenómenos, á causa de su posicion geográfica. La impresion de los grandes aspectos de la naturaleza no depende únicamente de la altura. La cadena del Himalaya está colocada muy acá de la zona tórrida, y apenas si se encuentra una palmera en los lindos valles de Kumaoun y de Garhwal. (3) Entre los 28° y 34 de latitud, sobre la pendiente meridional del antiguo Paropaniso, la naturaleza no desplega ya aquella abundancia de helechos y de gramíneas arborescentes, de helicónias y de orquideas, que, en la region tropical, suben hasta las mas elevadas mesetas. En la falda del Himalaya, á la sombra del pino *deodvara* y de encinas de largas hojas que caracterizan á los alpes de la India, la roca granítica y la micaschista se cubren de formas casi semejantes á las que vegetan en Euro-

pa y en el Asia boreal. Las especies no son idénticas, pero sí análogas de aspecto y de fisonomía: son enebros, abedules alpinos, gencianas, la parnasia de pantanos, y las grosellas espinosas. (4) Falta tambien á la cadena del Himalaya el fenómeno imponente de los volcanes, que en los Andes y en el Archipiélago Indio, revelan muy á menudo y de una manera formidable á los indígenas, la existencia de las fuerzas que residen en el interior de nuestro planeta. Tambien la region de las nieves perpétuas, en la pendiente meridional del Himalaya, allí donde suben las corrientes de aire húmedo y con esas corrientes la vigorosa vegetacion del Indostan, empieza ya á los 3,600 y 3,900 metros de altura sobre el nivel del Océano, fijando por consiguiente al desarrollo de la organizacion un límite que en la region equinoccial de las Cordilleras se encuentra á 850 metros mas arriba. (5)

Los paises próximos al Ecuador tienen otra ventaja sobre la cual no se ha llamado la atencion hasta aquí suficientemente. Esta es la parte de la superficie de nuestro planeta en que la naturaleza dá vida á la mayor variedad de impresiones, en la menor estension. En las colosales montañas de Cundinamarca, de Quito y el Perú, surcadas por valles profundos, es dable al hombre contemplar á la vez todas las familias de las plantas y todos los astros del firmamento. Allí, de un golpe de vista se abarcan magestuosas palmeras, bosques húmedos de bambúes, la familia

de las musáceas, y sobre estas formas del mundo tropical, encinas, nísperos, rosales silvestres, y umbelíferas como en nuestra patria europea. De una sola mirada se abraza la constelacion de la Cruz del Sud, las Nubes de Magallanes y las estrellas conductoras de la Osa que giran al rededor del polo Artico. Allí, el seno de la tierra y los dos hemisferios del cielo ostentan toda la riqueza de sus formas y la variedad de sus fenómenos; allí, los climas, como las zonas vegetales cuya sucesion determinan, se encuentran superpuestos por pisos, y las leyes de decrecimiento del calor, fáciles de recoger por el observador inteligente, están escritas en caractéres indelebles sobre los muros de las rocas en la pendiente rápida de las Cordilleras.

Para no cansar al lector con el detalle de los fenómenos que he tratado há mucho tiempo de representar gráficamente (6), no reproduciré aquí más que alguno de los resultados generales cuyo conjunto compone el *cuadro físico de la zona tórrida*. Lo que en la vaguedad de las sensaciones se confunde, por falta de contornos bien determinados, lo que queda envuelto por ese vapor brumoso que en el paisaje, oculta á la vista las altas cimas, el pensamiento lo desarrolla y resuelve en sus diversos elementos, desentrañando las causas de los fenómenos, asignando á cada uno de dichos elementos, que concurren á formar la impresion total, un carácter individual. De aquí resulta que en la esfera de la ciencia

como en la de la poesía y la pintura de paisaje, la descripcion de los parajes y los cuadros que hablan á la imaginacion tienen tanta mayor verdad y vida, cuanto mas determinados están sus rasgos característicos.

Si las regiones de la zona tórrida, por su riqueza orgánica y su abundante fecundidad hacen brotar las más profundas emociones, ofrecen tambien la inapreciable ventaja de enseñar al hombre en la uniformidad de las variaciones de la atmósfera y del desarrollo de las fuerzas vitales, en los contrastes de los climas y de vegetacion que nacen de la diferencia de alturas, la invariabilidad de las leyes que rigen los movimientos celestes, reflejada, por decirlo así, en los fenómenos terrestres. Séame permitido detenerme algunos instantes en las pruebas de esta regularidad, que puede hasta sujetarse á escalas y á evaluaciones numéricas.

En los llanos ardientes que se elevan poco sobre el nivel de los mares, reina la familia de los bananeros, cycas, y palmeras, cuyas especies, incluidas en las floras de las regiones tropicales, se han multiplicado maravillosamente en nuestros dias por el celo de los viajeros botánicos. A estos grupos siguen, sobre la pendiente de las Cordilleras, en lo alto de los valles ó en grietas húmedas y sombrías, los helechos arbóreos y el quino que produce la corteza antifebril. Los gruesos troncos cilíndricos de los helechos proyectan sobre el azul turquí del cielo

el lozano verdor de un follaje delicadamente dentado. En el quino la corteza es tanto mas saludable cuanto mas frecuentemente está bañada y refrescada la cima del árbol, por las ligeras nieblas que forman la capa superior de las nubes materialmente descansando sobre aquellas llanuras. En el límite donde acaba la region de los bosques, florecen en largas bandas, plantas que viven por grupos, como la menuda aralia, los thibaudes y la andrómeda de hojas de mirto. La rosa alpina de los Andes, la magnífica befaria, forma un cinturon purpurino al rededor de los salientes picos. Poco á poco en la region fria de los *Páramos*, espuesta á la perpétua tormenta de los huracanes y de los vientos, desaparecen los arbustos ramosos y las vellosas yerbas, constantemente cargadas de grandes corolas de variados matices. Las plantas monocotiledones de delgada espiga, cubren uniformemente el suelo; tal es la zona de las gramíneas. La sábana que se estiende sobre inmensas mesetas, refleja en la pendiente de las Cordilleras una luz amarillenta, casi dorada en lontananza, y sirve de pasto á los llamas y al ganado introducido por los colonos europeos. Donde quiera que la roca desnuda de traquito toca al césped y se eleva en capas de aire que creemos las menos cargadas de ácido carbónico, las únicas plantas de una organizacion inferior, líquenes, lecídeas y el polvo coloreado de la lepraria, se desarrollan en manchas orbiculares.

islotes de nieve esporádica recientemente caida, variables de forma y de estension, detienen los últimos y débiles desenvolvimientos de la vida vegetal. A estos islotes esporádicos siguen las nieves perpétuas, cuya altura es constante y fácil de determinar, á causa de la muy pequeña oscilacion que sufre su límite inferior. Las fuerzas elásticas que residen en el interior de nuestro globo trabajan, frecuentemente en vano, para quebrar esas campanas ó cúpulas redondeadas, que resplandecientes con la blancura de las nieves perpétuas, dominan la espalda de las Cordilleras. Allí donde las fuerzas subterráneas han logrado, sea por cráteres circulares, sea por largas grietas, abrir comunicaciones permanentes con la atmósfera, producen con gran frecuencia, escorias inflamadas, vapores de agua y de azufre hidratado, miasmas de ácido carbónico, y rara vez corrientes de lava.

Un espectáculo tan grandioso y tan imponente, no ha podido inspirar á los habitantes de los trópicos, en el primer estado de una naciente civilizacion, mas que un vago sentimiento de asombro y de espanto. Debió suponerse quizás, y lo hemos dicho mas arriba, que la vuelta periódica de los mismos fenómenos, y el modo uniforme segun el cual se agrupan por zonas superpuestas, habrian facilitado al hombre el conocimiento de las leyes de la naturaleza; pero por lejos que se remonten la tradicion y la historia, no encontramos que estas ventajas hayan

sido provechosas en aquellos dichosos climas. Investigaciones recientes hacen dudar de que la base primitiva de la civilizacion de los Indios, una de las fases mas maravillosas del progreso de la humanidad, haya tenido su asiento entre los mismos trópicos. Ayriana Vaedjo, la antigua cuna del Zend, estaba situada al Nord-Oeste de los Altos-Indos; y despues del gran cisma religioso, es decir, despues de la separacion de los Iranios de la institucion brahmánica, la lengua, en otro tiempo comun á los Iranios y á los Indos, tomó entre estos últimos, en la Magadha ó Madhya Déza (7), comarca limitada por la gran Cordillera del Himalaya y la pequeña cadena Vindhya, una forma individual, al propio tiempo que la literatura, las costumbres y el estado de la sociedad. Bastante despues, la lengua y la civilizacion sanscritas adelantaron hácia el Sud-Este y penetraron mucho mas en la zona tórrida, como ha espuesto mi hermano Guillermo de Humboldt (8) en su gran obra sobre la lengua Kawi y las que con ella tienen algunas relaciones de estructura.

A pesar de todas las trabas que, bajo latitudes boreales, oponian al descubrimiento de las leyes de la naturaleza, la escesiva complicacion de los fenómenos, y las perpétuas variaciones locales en los movimientos de la atmósfera y en la distribucion de las formas orgánicas, precisamente á un pequeño número de pueblos habitantes de la zona templada, es á quienes se ha

revelado primero un conocimiento íntimo y racional de las fuerzas que obran en el mundo físico. De la zona boreal, mas favorable aparentemente al progreso de la razon, á la dulzura de las costumbres y á las libertades públicas, es de donde los gérmenes de la civilizacion han sido importados á la zona tropical, tanto por esos grandes movimientos de razas que se llaman emigraciones de los pueblos, cuanto por el establecimiento de colonias, igualmente saludables para los paises que van á poblar y para aquellos de donde parten, cualquiera que sean las diferencias que presenten por otro lado sus instituciones en los tiempos fenicios ó helénicos, y en nuestros tiempos modernos.

Al indicar la facilidad mas ó menos grande que ha podido dar la sucesion de los fenómenos para reconocer la causa que los produce, he hablado de este punto importante donde, en el contacto con el mundo esterior, al lado del encanto que esparce la simple contemplacion de la naturaleza, se coloca el goce que nace del conocimiento de las leyes y del encadenamiento mútuo de aquellos fenómenos. Lo que durante largo tiempo no ha sido sino objeto de una vaga inspiracion, ha llegado poco á poco á la evidencia de una verdad positiva. El hombre se ha esforzado para encontrar, como ha dicho en nuestra lengua un poeta inmortal «el polo inmóvil en la eterna fluctuacion de las cosas creadas.» (9)

Para llegar á la fuente de este goce que nace

del trabajo del pensamiento, basta echar una rápida mirada sobre los primeros bosquejos de la filosofía de la naturaleza ó de la antigua doctrina del *Cosmos*. Encontramos entre los pueblos mas salvajes (y mis propias escursiones han confirmado esta asercion) un sentimiento confuso y temeroso de la poderosa unidad de las fuerzas de la naturaleza, de una esencia invisible, espiritual, que se manifiesta en ellas ya desarrollen la flor y el fruto en el árbol productivo, ya quebranten el suelo del bosque ó ya truenen en las nubes. Así se revela un lazo entre el mundo visible y un mundo superior que se escapa á los sentidos. Uno y otro se confunden involuntariamente, sin que por ello deje de desarrollarse en el seno del hombre, el gérmen de una *filosofia de la Naturaleza*, aunque como el simple producto de una concepcion ideal, y sin el auxilio de la observacion.

Entre los pueblos mas atrasados en civilizacion, la imaginacion se goza en creaciones estrañas y fantásticas. La predileccion por el símbolo influye simultáneamente, en las ideas y en las lenguas. En vez de examinar, se adivina, se dogmatiza, se interpreta lo que nunca ha sido observado. El mundo de las ideas y de los sentimientos no refleja en su pureza primitiva el mundo esterior. Lo que en algunas regiones de la tierra no se ha manifestado como rudimento de la filosofía natural, sino entre un pequeño número de individuos dotados de una alta inte-

ligencia, se presenta en otras regiones, entre familias enteras de pueblos, como el resultado de tendencias místicas y de intuiciones instintivas. En el comercio íntimo con la naturaleza, en la vivacidad y profundidad de las emociones á que da vida, es donde se encuentran tambien los primeros impulsos hácia el culto, hácia una santificacion de fuerzas destructoras ó conservadoras del Universo. Pero á medida que el hombre, recorriendo los diferentes grados de su desarrollo intelectual, llega á gozar libremente del poder regulador de la reflexion, á separar por un acto de emancipacion progresiva, el mundo de las ideas y el de las sensaciones, no puede contentarse con presentir vagamente la unidad de las fuerzas de la naturaleza. El ejercicio del pensamiento empieza á cumplir su alta mision; la observacion, fecundada por el razonamiento llega con ardor á las causas de los fenómenos.

La historia de las ciencias enseña que no ha sido fácil satisfacer á las necesidades de una curiosidad tan ardiente. Observaciones poco exactas é incompletas han originado por falsas inducciones, ese gran número de cálculos físicos que se han perpetuado entre las preocupaciones populares de todas las clases de la sociedad. Así es como al lado de un conocimiento sólido y científico de los fenómenos se ha conservado un sistema de fenómenos mal observados, tanto mas difícil de destruir, cuanto que no se tiene en cuenta ninguno de los hechos que le contra-

rían. Este empirismo, triste herencia de siglos anteriores, mantienen invariablemente sus axiomas. Es arrogante como todo lo que es limitado; en tanto que la física fundada en la ciencia, duda porque trata de profundizar, separa lo que es cierto de lo que es simplemente probable, y perfecciona sin cesar las teorias estendiendo el círculo de sus observaciones.

Ese conjunto de dogmas incompletos que un siglo lega al otro, esa física que se compone de preocupaciones populares, no es solamente perjudicial porque perpetúa el error, con la obstinacion que lleva siempre el testimonio de los hechos imperfectamente observados; sino que tambien prohibe al espíritu elevarse á los grandes horizontes de la naturaleza. En vez de buscar el estado *medio*, alrededor del cual oscilan, en la aparente independencia de las fuerzas, todos los fenómenos del mundo esterior, desea la ocasion de multiplicar las escepciones de la ley; investiga en los fenómenos y en las formas orgánicas, otras maravillas que las de una sucesion regular ó de un desarrollo interno y progresivo; se inclina á creer incesantemente interrumpido el órden de la naturaleza, á desconocer en el presente la analogía con el pasado, á perseguir, en medio del azar de sus sueños, la causa de pretendidas perturbaciones, tanto en el interior de nuestro globo, como en los espacios celestes.

El objeto particular de esta obra es el de

combatir los errores que toman su orígen en un vicioso empirismo y en imperfectas inducciones. Los mas nobles goces que puede procurar el estudio de la naturaleza, dependen de la exactitud y de la profundidad de sus concepciones, de la estension del horizonte que se abarca de una vez. Con el cultivo de la inteligencia se ha acrecentado en todas las clases de la sociedad, la necesidad de embellecer la vida aumentando la masa de ideas y los medios de generalizarlas. Este sentimiento es la refutacion de las censuras que se han dirigido al siglo en que vivimos, y prueba que los espíritus no se han ocupado únicamente de los intereses materiales de la existencia.

Toco no sin pesar á un temor que parece nacer de una mira limitada, ó de cierto sentimentalismo dulce y blando del alma: hablo del temor de que la naturaleza no pierda nada de su encanto, prestigio y poder mágico, á medida que empecemos á penetrar en sus secretos, á comprender el mecanismo de sus movimientos celestes, y á evaluar numéricamente la intensidad de las fuerzas. Es cierto que estas no ejercen, propiamente hablando, un poder mágico sobre nosotros, sino cuando su accion envuelta en misterios y tinieblas, se halla colocada fuera de todas las condiciones que ha podido reunir la esperiencia. El efecto de un poder tal, es por consiguiente, el de conmover la imaginacion; y ciertamente que no es esta la facultad del alma


TALLERES DON BOSCO
BIBLIOTECA

que evocariamos preferentemente, para dirigir las laboriosas y minuciosas observaciones cuyo objeto es el conocimiento de las mas grandes y admirables leyes del Universo. El astrónomo que por medio de un heliómetro ó de un prisma de doble refraccion (10) determina el diámetro de los cuerpos planetarios; que mide con paciencia durante años enteros la altura meridiana, y las relaciones de distancia de las estrellas; que busca un cometa telescópico en un grupo de pequeñas nebulosas, no siente la imaginacion (y esta es la garantía misma de la precision de su trabajo) mas conmovida, que el botánico que cuenta las divisiones del cáliz, el número de los estambres, los dientes ya libres, ya unidos, del anillo que rodea la cápsula de musgo. Sin embargo, las medidas multiplicadas de ángulos por una parte, y de otra las relaciones del detalle de la organizacion, preparan el camino á importantes cálculos sobre la física general.

Es preciso distinguir entre las disposiciones del alma del observador, en tanto que observa, y el engrandecimiento ulterior de miras, que es el fruto de la investigacion y del trabajo del pensamiento. Cuando los físicos miden con admirable sagacidad las ondas luminosas de desigual longitud que se refuerzan ó se destruyen por *interferencia*, aun en sus acciones químicas; cuando el astrónomo armado de poderosos telescopios penetra en los espacios celestes, contempla las lunas de Urano en los últimos lí-

mites de nuestro sistema solar, y descompone débiles puntos brillantes en estrellas dobles desigualmente coloreadas; cuando los botánicos ven reproducirse la constancia del movimiento giratorio del chara en la mayor parte de las celdas vegetales, y reconocen el íntimo enlace de las formas orgánicas por géneros y por familias naturales, la bóveda celeste sembrada de nebulosas y de estrellas, el rico manto de vegetales que cubre el suelo en el clima de las palmeras, no pueden dejar de inspirar á esos observadores laboriosos una impresion mas imponente y mas digna de la magestad de la creacion que á aquellos otros cuya alma no está acostumbrada á recojer las grandes relaciones que ligan á los fenómenos entre sí. No puedo por consiguiente estar de acuerdo con Burke, cuando, en una de sus ingeniosas obras pretende «que nuestra ignorancia respecto de las cosas de la naturaleza es la causa principal de la admiracion que nos inspiran, y fuente de que nace el sentimiento de lo sublime.»

En tanto que la ilusion de los sentidos fija los astros en la bóveda del cielo, la astronomía con sus atrevidos trabajos engrandece indefinidamente el espacio. Si circunscribe la gran nebulosa á la cual pertenece nuestro sistema solar, es únicamente para enseñarnos mas allá, hácia regiones que huyen á medida que las potencias ópticas aumentan, otras islas de nebulosas esporádicas. El sentimiento de lo sublime,

cuando nace de la contemplacion de la distancia que nos separa de los astros, de su magnitud, y en general de la estension física, se refleja en el sentimiento de lo infinito, que pertenece á otra esfera de ideas, al mundo intelectual. Cuanto el primero ofrece de solemne y de imponente, lo debe á la relacion que acabamos de señalar, á esa analogía de goces y de emociones que sentimos, ya en medio de los mares, ya en el Océano aéreo, cuando capas vaporosas y semidiáfanas nos envuelven sobre el vértice de un pico aislado, ya en fin delante de uno de esos poderosos instrumentos que disuelven en estrellas lejanas nebulosas.

Aquel trabajo que consiste en acumular observaciones de detalle, sin relacion entre sí, ha podido inducir, es cierto, á ese error profundamente inveterado, de que el estudio de las ciencias exactas debe necesariamente enfriar el sentimiento y disminuir los nobles placeres de la contemplacion de la naturaleza. Los que, en los tiempos en que vivimos, en medio del adelanto de todas las ramas de nuestros conocimientos y de la misma razon pública, alimentan todavía semejante error, ni aprecian bastante cada progreso de la inteligencia, ni lo que puede el arte encubrir el detalle de los hechos aislados, para elevarse á resultados generales. Al temor de sacrificar el libre goce de la naturaleza, bajo la influencia del razonamiento científico, se añade por lo comun el de que no sea dable á todas las

inteligencias el conocer el conjunto de la física del mundo. Cierto que en medio de esta fluctuacion universal de fuerzas y de vida, en esta red intrincada de organismos que se desarrollan y destruyen sucesivamente, cada paso que se dá hácia el conocimiento más íntimo de la naturaleza, conduce á la entrada de nuevos laberintos; pero esta intuicion vaga de tantos misterios por descubrir, estimulando en nosotros el ejercicio del pensamiento, nos causa, en todos los grados del saber, un asombro mezclado de alegría. El descubrimiento de cada ley de la naturaleza lleva á otra ley mas general, ó hace presentir su existencia, al observador inteligente. La naturaleza, como la ha definido un célebre fisiólogo (11) y como la palabra misma indica entre los Griegos y los Romanos, es «lo que crece y se desarrolla perpétuamente, lo que solo vive por un cambio contínuo de forma y de movimiento interior.»

La série de los tipos orgánicos se estiende ó se completa para nosotros á medida que, por medio de viajes de tierra ó mar, penetramos en regiones desconocidas y comparamos los organismos vivientes con aquellos que han desaparecido con las grandes revoluciones de nuestro planeta; á medida que los microscopios se perfeccionan y aprendemos á servirnos de ellos con mas discernimiento. En el seno de esta inmensa variedad de producciones animales y vegetales, en el juego de sus trasformaciones periódicas, se renueva sin cesar el misterio pri-

mordial de todo desarrollo orgánico, aquel problema de la *metamórfosis* que Gœthe ha tratado con una sagacidad superior, y que nace de la necesidad que esperimentamos de reducir las formas vitales á un pequeño número de fundamentales tipos. En medio de las riquezas de la naturaleza y de esta acumulacion creciente de las observaciones, se penetra el hombre de la conviccion íntima de que en la superficie y en las entrañas de la tierra, en las profundidades del mar y las de los cielos, aun despues de miles de años, «el espacio no faltará á los conquistadores científicos.» Este pesar de Alejandro (12) no podria aplicarse á los progresos de la observacion y de la inteligencia.

Las consideraciones generales, bien sea que tengan relacion con la materia aglomerada en cuerpos celestes ó con la distribucion geográfica de los organismos terrestres, no solo son más atractivas por sí mismas, que los estudios especiales, sino que ofrecen tambien grandes ventajas á los que no pueden emplear mucho tiempo en este género de ocupaciones. Las diferentes ramas de la Historia natural ni son accesibles mas que á ciertas posiciones de la vida social, ni presentan el mismo encanto en toda estacion ni bajo todo clima. En las zonas inhospitalarias del Norte estamos privados durante largo tiempo del espectáculo que ofrecen á nuestras miradas las fuerzas productivas de la naturaleza orgánica; y si nuestro interés está limitado á una

clase de objetos, los más animados cuentos de los viajeros que han recorrido los paises lejanos, no tendrán atractivo alguno para nosotros, á menos que se refieran á los mismos objetos de nuestra prediieccion.

De igual manera que la historia de los pueblos (si pudiese elevarse siempre con éxito á las verdaderas causas de los acontecimientos) llegaria á resolver el eterno enigma de las oscilaciones que esperimenta el movimiento sucesivamente progresivo ó retrógrado de la sociedad humana; asi tambien, la descripcion física del mundo, la ciencia del *Cosmos*, si estuviese concebida por una alta inteligencia, y fundada sobre el conocimiento de todo lo que se ha descubierto hasta una época dada, haria desaparecer una parte de las contradicciones que parece ofrecer á primera vista la complicacion de los fenómenos, y que descansan en una multitud de perturbaciones simultáneas. El conocimiento de las leyes, ya se revelen en los movimientos del Océano, en la marcha calculada de los cometas, ó en las atracciones mútuas de las estrellas múltiples, aumenta el sentimiento tranquilo de la naturaleza, cual si «la discordia de los elementos,» constante fantasma del espíritu humano en sus primeras intuiciones, se debilitara á medida que las ciencias estienden su imperio. Las miras generales nos acostumbran á considerar cada organismo, como una parte de la creacion entera, á reconocer en la planta y en el animal,

no la especie aislada, sino una forma unida en la cadena de los séres, á otras formas vivientes ó muertas: ayudándonos á conocer las relaciones que existen entre los descubrimientos más recientes y los que los han preparado. Retirados á un punto del espacio, recogemos con mayor avidez lo que se ha observado bajo diferentes climas. Complácenos seguir á los audaces navegantes hasta en medio de los hielos polares, hasta el pico del volcan del polo antártico cuyos fuegos son visibles durante el dia á grandes distancias. Llegamos aun á comprender algunas de las maravillas del magnetismo terrestre, y los resultados que pueden esperarse hoy de las numerosas estaciones diseminadas en los dos hemisferios, para espiar la simultaneidad de las perturbaciones, la frecuencia y la duracion de las *tempestades magnéticas.*

Séame permitido adelantar por el campo de los descubrimientos cuyas consecuencias no pueden ser apreciadas sino por aquellos que se han dedicado á los estudios de la física general. Ejemplos escogidos entre los fenómenos que han fijado especialmente la atencion en estos últimos tiempos, esparcirán nueva luz sobre las consideraciones precedentes. Sin un conocimiento preliminar de la órbita de los cometas, no se comprenderia cual es la importancia que tiene el descubrimiento del cometa de Encke, cuya órbita elíptica está incluida en los estrechos límites de nuestro sistema planetario, y que ha

revelado la existencia de un flúido etéreo, que tiende á disminuir la fuerza centrífruga y la duracion de las revoluciones. En una época en que tantas gentes, curiosas de un relativo saber, se complacen en mezclar á las conversaciones del dia vaguedades científicas, los temores que antiguamente reinaban respecto del choque de los cuerpos celestes, ó de un pretendido trastorno de los climas, se renuevan bajo formas diferentes: sueños de la imaginacion, tanto más engañosos, cuanto que tienen su orígen en pretensiones dogmáticas. La historia de la atmósfera y de las variaciones anuales que esperimenta su temperatura, tiene ya bastante antigüedad para habernos manifestado la reproduccion de pequeñas oscilaciones alrededor del calor medio de cierto lugar, y para prevenirnos por consiguiente contra el temor exagerado de la deterioracion general y progresiva de los climas de Europa. El cometa de Encke, uno de los tres *cometas interiores*, acaba su carrera en mil doscientos dias; y por la forma y la posicion de su órbita, no es más peligroso para la tierra que el gran cometa de Halley, de setenta y seis años, menos bello en 1835 que en 1759, ni que el cometa interior de Biela, el cual, si bien es cierto que corta la órbita de la tierra, no puede acercarse mucho á nosotros sin embargo, mas que cuando su proximidad al sol coincide con el solsticicio de invierno.

La cantidad de calórico que recibe un plane-

ta, y cuya desigual distribucion determina las variaciones meterológicas de la atmósfera, depende á la vez de la fuerza fotogénica del sol, es decir, del estado de sus envueltas gaseosas, y de la posicion relativa del planeta y del cuerpo central. Segun las leyes de la gravitacion universal, la forma de la órbita terrestre ó la inclinacion de la eclíptica, es decir, el ángulo que forma el eje de la tierra con el plano de su órbita, esperimenta variaciones periódicas; pero tan lentas, y encerradas en tan estrechos límites, que sus efectos térmicos no llegarian á ser apreciados por nuestros instrumentos actuales, sino despues de miles de años. Las causas astronómicas á que pueden referirse el enfriamiento de nuestro globo, la disminucion de la humedad en su superficie, la naturaleza y frecuencia de ciertas epidemias, (fenómenos frecuentemente discutidos en nuestros dias siguiendo las preocupaciones de la Edad media) deben mirarse como cosas fuera del alcance de los procedimientos actuales de la física y de la química.

La astronomía física nos ofrece otros fenómenos que no podrian conocerse tampoco en toda su magnitud, sin estar preparados á ello por nociones generales acerca de las fuerzas que animan al Universo. Tales son, el inmenso número de estrellas, ó más bien, de soles dobles, que girando alrededor de un centro comun de gravedad, nos revelan la existencia de la atraccion newtoniana en los más apartados mundos; la

abundancia ó la rareza de las manchas del sol, es decir, de esas aberturas que se forman en las atmósferas luminosa y opaca de que su núcleo sólido está envuelto, las caidas irregulares de las estrellas errantes en el 13 de noviembre y dia de San Lorenzo, anillo de asteroides que cortan probablemente la órbita de la tierra, y se mueven con velocidad planetaria.

Si desde las regiones celestes descendemos á la tierra, deseamos concebir las relaciones que existen entre las oscilaciones del péndulo en un espacio lleno de aire, oscilaciones cuya teoría ha sido perfeccionada por Bessel, y la densidad de nuestro planeta; y preguntamos cómo el péndulo, haciendo las funciones de una sonda, nos ilumina hasta cierto punto acerca de la constitucion geológica de capas situadas á grandes profundidades. Obsérvase una asombrosa analogía entre la formacion de las rocas granuladas que componen corrientes de lava en la pendiente de los volcanes activos, y esas masas endógenas de granito, de pórfiro y de serpentina, que nacidas del seno de la tierra, quebrantan, como rocas de erupcion, los bancos secundarios modificándolos por contacto y haciéndolos más duros por medio de la sílice que en ellos se introduce, ya reduciéndolos al estado de dolomia, ya en fin, produciendo cristales de muy variada composicion. El levantamiento de islotes esporádicos, cúpulas de traquito y conos de basalto, por las fuerzas elásticas que emanan del interior fluido

del globo, han llevado al primer geólogo de nuestro siglo, M. Leopoldo de Buch, á la teoría del levantamiento de los continentes y cadenas de montañas. Esta accion de las fuerzas subterráneas, la ruptura y la elevacion de los bancos de roca sedimentarias, de lo cual ha ofrecido un ejemplo reciente el litoral de Chile á consecuencia de un gran temblor de tierra, dejan entrever la posibilidad de que las conchas pelágicas halladas por M. Bonpland y por mí sobre la falda de los Andes, á más de 4.600 metros de elevacion, hallan podido ser llevadas á esta altura, no por la intumescencia del Océano, sino por agentes volcánicos capaces de arrollar la costra reblandecida de la tierra.

Llamo *vulcanismo*, en el sentido más general de la palabra, á toda accion que el interior de un planeta ejerce sobre su corteza esterior. La superficie de nuestro globo, y la de la luna manifiestan las huellas de esta accion, que por lo menos en nuestro planeta, ha variado en la sucesion de los siglos. Los que ignoran que el calor interior de la tierra aumenta rápidamente con la profundidad, y que á ocho ó nueve leguas de distancia (13) está en fusion el granito, no pueden formarse idea exacta de las causas y de la simultaneidad de erupciones volcánicas muy alejadas unas de las otras, de la estension y del cruzamiento de los *círculos de conmocion* que ofrecen los temblores de tierra, de la constancia de temperatura y de la igualdad de composicion

química observadas en las aguas termales durante una larga série de años. Tal es, sin embargo, la importancia de la cantidad de calórico propia de cada planeta, como resultado de su condensacion primitiva, que el estudio de esta cantidad de calórico, arroja á la vez alguna luz sobre la historia de la atmósfera y acerca de la distribucion de los cuerpos organizados escondidos en la corteza sólida de la tierra. De esta manera llegamos á concebir, cómo ha podido reinar antes sobre toda la tierra una temperatura tropical, independiente de la latitud y producida por las profundas grietas, largo tiempo abiertas despues del replegamiento y hundimiento de la corteza apenas consolidada, de donde se exhalaba al calor interior. Este estudio nos enseña un antiguo estado de cosas, en el cual, la temperatura de la atmósfera, y los climas en general, se debian más al desprendimiento de calórico y de diferentes emanaciones gaseosas, es decir, á la enérgica reaccion del interior hácia el esterior, que á la relacion de la posicion de la tierra frente á frente del cuerpo central, el sol.

Las regiones frias guardan depositadas en capas sedimentarias los productos de los trópicos: en el terreno *hullero* están encerrados troncos de palmeras que quedaron en pié, y mezclados á coníferas, helechos arborescentes, goniatites, y peces de escamas romboidales huesosas; (14) en el *calcáreo de Jura*, enormes esqueletos de cocodrilos y de plesiosauros, planulitas y

troncos de cycádeas; en el *gredoso*, pequeños polythálamos y briozoarios, cuyas mismas especies viven aun en el seno de los mares actuales; en el *trípoleo*, ó esquisto sin pulir, el semi-ópalo y el ópalo harinoso, inmensas aglomeraciones de infusorios silíceos que Ehrenber ha revelado con su microscopio vivificador; por último, en los *terrenos de transportes* y ciertas cavernas, huesos de elefantes, de hienas y de leones. Familiarizados como lo estamos hoy, con las grandes miras de la física del globo, estas producciones de los climas cálidos, por encontrarse en el estado fósil en las regiones septentrionales, no escitan ya en nosotros una curiosidad estéril, sino que llegan á ser los más dignos objetos de meditaciones y combinaciones nuevas.

La multitud y la variedad de los problemas que acabo de indicar, dan orígen á la cuestion de saber si consideraciones generales pueden tener un grado suficiente de claridad, allá donde falta el estudio detallado y especial de la historia natural descriptiva, de la geología y de la astronomía matemática. Pienso que es necesario distinguir desde luego entre aquel que debe recoger las observaciones esparcidas y profundizarlas para esponer su enlace, y aquel á quien debe ser trasmitido este encadenamiento bajo la forma de resultados generales. El primero se impone la obligacion de conocer la especialidad de los fenómenos; es preciso que antes de llegar á la generalizacion de las ideas, haya recorrido,

en parte al menos, el dominio de las ciencias; que haya observado, esperimentado y medido por sí mismo. No negaré que allá donde faltan los conocimientos positivos, los resultados generales que, en sus relaciones continuadas, dan tanto encanto á la contemplacion de la naturaleza, no pueden ser todos desarrollados con el mismo grado de luz; pero me inclino á creer, sin embargo, que en la obra que preparo sobre la física del mundo, la parte más considerable de las verdades se presentará con toda evidencia, sin que sea necesario remontarse siempre á los principios y á las nociones fundamentales. Este cuadro de la naturaleza, aunque en muchas de sus partes presente contornos poco marcados, no será menos á propósito para fecundar la inteligencia, engrandecer la esfera de las ideas, y alimentar y vivificar la imaginacion.

Quizás no sin fundamento se ha criticado á muchas obras científicas de Alemania, el haber disminuido por la acumulacion de los detalles, la impresion y el valor de los resultados generales; el no haber separado suficientemente estos grandes resultados que forman, por decirlo asi, los puntos culminantes de las ciencias, de la larga enumeracion de los medios que han servido para obtenerlos. Esta censura ha hecho decir humorísticamente al más ilustre de nuestros poetas (15): «Los alemanes tienen el don de hacer inaccesibles las ciencias.» El edificio concluido, no puede producir el efecto que de él se

espera, en tanto que esté obstruido por el andamio que ha sido preciso levantar para construirlo. Así pues, la uniformidad de figura que se observa en la distribucion de las masas continentales, que terminan todas hácia el Sur en forma de pirámide, y se ensanchan hácia el Norte (ley que determina la naturaleza de los climas, la direccion de sus corrientes en el Océano y en la atmósfera, el paso de ciertos tipos de vegetacion tropical á la zona templada austral) puede comprenderse con claridad, sin que se conozcan las operaciones geodésicas y astronómicas por las cuales han sido determinadas esas formas piramidales de los continentes. De la misma manera, la geografía física nos enseña en cuantas leguas es mayor el eje ecuatorial del globo que el eje polar; la igualdad media del aplanamiento de los dos hemisferios, sin que sea necesario esponer como se ha llegado á reconocer por la medicion de los grados del meridiano ó por observaciones del péndulo, que la verdadera figura de la tierra no es exactamente la de un elipsoide de revolucion regular, y que esta figura se refleja en las desigualdades de los movimientos lunares. Los grandes horizontes de la geografía comparada no han empezado á tomar solidez y brillo á la par, hasta la aparicion de la admirable obra titulada *Estudios de la tierra en sus relaciones con la naturaleza y con la historia del hombre,* en la cual Cárlos Ritter ha caracterizado con tanta fuerza la fisonomía de nuestro globo, y en-

señado la influencia de su configuracion esterior, tanto en los fenómenos físicos que tienen lugar en su superficie, cuanto en las emigraciones de los pueblos, sus leyes, sus costumbres y todos los principales fenómenos históricos de los cuales es teatro.

Francia posee una obra inmortal, *La Esposicion del sistema del mundo*, en la cual ha reunido el autor los resultados de los trabajos matemáticos y astronómicos más sublimes, despojándolos del aparato de las demostraciones. La estructura de los cielos queda reducida en este libro á la solucion sencilla de un problema de mecánica. Sin embargo, *La Esposicion del sistema del mundo* de Laplace, no ha sido tachada hasta aquí de incompleta ni de falta de profundidad. Distinguir los materiales desemejantes, los trabajos que no tienden al mismo fin, separar las nociones generales de las observaciones aisladas, es el único medio de dar unidad á la física del mundo, de esclarecer los objetos, y de imprimir un carácter de grandeza al estudio de la naturaleza. Suprimiendo los detalles que distraen la atencion solo se consideran las grandes masas y se conoce por el pensamiento lo que pasa desapercibido á la debilidad de nuestros sentidos.

Es preciso añadir á estas consideraciones la de que la espesicion de los resultados está singularmente favorecida en nuestros dias, por la feliz revolucion que han esperimentado desde fines del siglo último, los estudios especiales y sobre

todos la geología, la química y la historia natural descriptiva. A medida que se generalizan las leyes, y que las ciencias se fecundan mútuamente, que estendiéndose, se unen enfre sí por lazos más numerosos y más íntimos, el desenvolvimiento de las verdades generales puede ser conciso sin llegar á ser superficial. En el principio de la civilizacion humana, todos los fenómenos aparecen aislados, la multiplicidad de las observaciones y la reflexion los aproximan, y hacen conocer su mútua dependencia. Si acontece, sin embargo, que en un siglo caracterizado como el nuestro por los más brillantes progresos, se nota en algunas ciencias falta de enlace de los fenómenos entre sí, deben esperarse descubrimientos tanto más importantes, cuanto que esas mismas ciencias se han cultivado con una sagacidad de observaciones y una predileccion particulares. Así sucede hoy con la meteorología, varias partes de la óptica, y, desde los bellos trabajos de Melloni y de Faraday, con el estudio del calórico radiante y del electro-magnetismo. Queda por recoger en esto una rica cosecha, aunque la pila de Volta nos enseñe ya una relacion íntima entre los fenómenos eléctricos, magnéticos y químicos. ¿Quién se atreverá á afirmar hoy, que conocemos con precision la parte de atmósfera que no es oxígeno? ¿quién que las miles de sustancias gaseosas que obran sobre nuestros órganos no están mezcladas de azoe, ó que se haya descubierto el número total de las fuerzas que existen en el Universo?

No se trata en este ensayo de la física del mundo, de reducir el conjunto de los fenómenos sensibles á un pequeño número de principios abstractos, sin más base que la razon pura. La física del mundo que yo intento esponer, no tiene la pretension de elevarse á las peligrosas abstracciones de una ciencia meramente racional de la naturaleza; es una *geografía física* reunida á la *descripcion de los espacios celestes* y de los cuerpos que llenan esos espacios. Estraño á las profundidades de la filosofía puramente especulativa, mi ensayo sobre el Cosmos es la contemplacion del Universo, fundada en un empirismo razonado; es decir, sobre el conjunto de hechos registrados por la ciencia y sometidos á las operaciones del entendimiento que compara y combina. Únicamente en estos límites la obra que he emprendido, entra en la esfera de los trabajos á los que he consagrado la larga carrera de mi vida científica. No me aventuro á penetrar en una esfera donde no sabria moverme con libertad, aunque otros puedan á su vez ensayarlo con éxito. La unidad que yo trato de fijar en el desarrollo de los grandes fenómenos del Universo, es la que ofrecen las composiciones históricas. Todo cuanto se relacione con individualidades accidentales, con la esencia variable de la realidad, trátese de la forma de los séres y de la agrupacion de los cuerpos, ó de la lucha del hombre contra los elementos, y de los pueblos contra los pueblos, no puede ser deducido de solo

las ideas, es decir, *racionalmente construido*.

Creo que la descripcion del Universo y la historia civil se hallan colocadas en el mismo grado de empirismo; pero sometiento los fenómenos físicos y los acontecimientos al trabajo pensador, y remontándose por el razonamiento á sus causas, se confirma más y más la antigua creencia de que las fuerzas inherentes á la materia, y las que rigen el mundo moral, ejercen su accion bajo el imperio de una necesidad primordial, y segun movimientos que se renuevan periódicamente ó á desiguales intérvalos. Esta necesidad de las cosas, este encadenamiento oculto, pero permanente, esta renovacion periódica en el desenvolvimiento progresivo de las formas, de los fenómenos y de los acontecimientos, constituyen la *naturaleza*, que obedece á un primer impulso dado. La física, como su mismo nombre indica, se limita á esplicar los fenómenos del mundo material por las propiedades de la materia. El último objeto de las ciencias esperimentales es pues, elevarse á la existencia de las leyes, y generalizarlas progresivamente. Todo lo que va mas allá, no es del dominio de la física del mundo, y pertenece á un género de especulaciones más elevadas. Manuel Kant, uno de los pocos filósofos que no han sido acusados de impiedad hasta aquí, ha señalado los límites de las esplicaciones físicas, con una rara sagacidad, en su célebre *Ensayo sobre la teoria y la construccion de los Cielos*, publicado en Kœnigsberg, en 1755.

El estudio de una ciencia que promete conducirnos á través de los vastos espacios de la creacion, semeja á un viaje á país lejano. Antes de emprenderle, se miden por lo comun, con desconfianza, las propias fuerzas y las del guia que se ha escogido. El temor que reconoce por causa la abundancia y la dificultad de las materias, disminuye, si se tiene presente, como hemos indicado mas arriba, que con la riqueza de las observaciones ha aumentado tambien, en nuestros dias, el conocimiento cada vez más íntimo de la conexion de los fenómenos. Lo que en el círculo más estrecho de nuestro horizonte, ha parecido mucho tiempo inesplicable, ha sido generalmente adornado de una manera inopinada por investigaciones hechas bajo lejanas zonas. En el reino animal, como en el reino vegetal, formas orgánicas que han permanecido aisladas, han sido unidas por cadenas intermedias, formas ó tipos de transicion. Especies, géneros, familias enteras, propias de un Continente, se presentan como reflejadas en formas análogas de animales y de plantas del continente opuesto, y así se completa la geografía de los séres. Son, por decirlo así, *equivalentes* que se suplen y se reemplazan en la gran série de los organismos. La transicion y el enlace se fundan sucesivamente, en una disminucion ó un desarrollo escesivo de ciertas partes, sobre soldaduras de órganos distintos, sobre la preponderancia que resulta de una falta de equilibrio en el balanceo de las fuerzas, sobre rela-

ciones con formas intermedias, que lejos de ser permanentes, determinan solo ciertas fases de un desarrollo normal. Si de los cuerpos dotados de vida, pasamos al mundo inorgánico, encontraremos en él ejemplos que caracterizan en alto grado los progresos de la geología moderna. Reconoceremos, cómo despues de las grandes miras de Elías de Beaumont, las cadenas de montañas que dividen los climas, las zonas vegetales y las razas de los pueblos, nos revelan su *edad relativa*, ya sea por la naturaleza de los bancos sedimentarios que han levantado, ya por las direcciones que siguen por largas grietas, sobre las cuales se ha hecho el rugamiento de la superficie del globo. Relaciones de yacimiento en las formaciones de traquito y de pórfiro sienítico, de diorita y de serpentina, que han permanecido dudosas en los terrenos auríferos de la Hungría, en el Oural, rico en platino, y en la pendiente sub-oeste del Altai siberiano, se encuentran definidos claramente por observaciones recogidas sobre las mesetas de Méjico y de Antioquía, y en los barrancos insalubres del Choco. Los materiales que la física general ha puesto en obra en los tiempos modernos, no han sido acumulados á la casualidad. Se ha reconocido por fin, y esta conviccion dá un carácter particular á las investigaciones de nuestra época, que las correrías lejanas, que no han servido durante largo tiempo más que para suministrar la materia de cuentos aventureros, no pueden ser instructivas sino

en tanto que el viajero conozca el estado de la ciencia cuyo dominio deba estender, y en cuanto que sus ideas guien á sus investigaciones y le inicien en el estudio de la naturaleza.

Por esta tendencia hácia las concepciones generales, peligrosa solamente en sus abusos, una parte considerable de conocimientos físicos ya adquiridos, puede llegar á ser propiedad comun de todas las clases de la sociedad; pero esta propiedad no tiene valor sino en tanto que la instruccion estendida, contraste, por la importancia de los objetos que trata y por la dignidad de sus formas, con las recopilaciones poco sustanciales que hasta el fin del siglo XVIII, se han conocido con el impropio nombre de *saber popular*. Quiero persuadirme, de que las ciencias espuestas en un lenguaje que se eleva á su altura, grave y animado á la vez, deben ofrecer, á los que, encerrados en el círculo estrecho de los deberes de la vida, se avergüenzan de haber sido largo tiempo estraños al comercio íntimo de la naturaleza, y de haber pasado indiferentes delante de ella, una de las más vivas alegrías que pueden esperimentarse, la de enriquecer el entendimiento con nuevas concepciones. Este comercio, por las emociones á que dá lugar, despierta, por decirlo así, en nosotros órganos que habian dormido largo tiempo. Así llegamos á conocer de un golpe de vista estenso, lo que en los descubrimientos físicos engrandece la esfera de la inteligencia, y contribuye, por felices aplica-

ciones á las artes mecánicas y químicas, á desarrollar la riqueza nacional.

Un conocimiento más exacto del enlace de los fenómenos nos libra tambien de un error, muy esparcido aun; cual es el de que bajo el respecto del progreso de las sociedades humanas y de su prosperidad industrial, todas las ramas del conocimiento de la naturaleza no tienen el mismo valor intrínseco. Establécense arbitrariamente grados de importancia entre las ciencias matemáticas, el estudio de los cuerpos organizados, el conocimiento del electro-magnetismo y la investigacion de las propiedades generales de la materia en sus diferentes estados de agregacion molecular. Despréciase locamente lo que se designa bajo el nombre de investigaciones puramente teóricas. Olvídase, y esta indicacion es sin embargo bien antigua, que la observacion de un fenómeno enteramente aislado en apariencia, encierra frecuentemente el gérmen de un gran descubrimiento. Cuando Aloysio Galvani escitó por vez primera la fibra nerviosa por el contacto occidental de dos metales heterogéneos, sus contemporáneos estaban bien lejos de esperar que la accion de la pila de Volta nos haría ver, en los álcalis, metales de brillo de plata, nadando sobre el agua y eminentemente inflamables; que la misma pila llegaría á ser un instrumento poderoso de análisis química, un termóscopo y un imán. Cuando Huygens observó por primera vez en 1678, un fenómeno de po-

larizacion, ó sea la diferencia que existe entre los dos rayos en que se divide un haz de luz, al atravesar un cristal de doble refraccion, no se prevía que, siglo y medio despues, el gran descubrimiento de la *polarizacion cromática*, de M. Arago, llevaría á este astrónomo-físico á resolver, por medio de un pequeño fragmento de espato de Islandia, las importantes cuestiones de saber si la luz emana de un cuerpo sólido ó de una envuelta gaseosa, y si la que los cometas nos envian es propia ó reflejada. (16)

Una estimacion igual hácia todas las ramas de las ciencias matemáticas, físicas y naturales, es necesidad de una época en que la riqueza material de las naciones y su prosperidad creciente, están principalmente fundadas en un empleo más ingenioso y más racional de las producciones y de las fuerzas de la naturaleza. Basta arrojar una rápida mirada sobre el estado actual de la Europa para reconocer que, en medio de esta lucha desigual de los pueblos que rivalizan en la carrera de las artes industriales, el aislamiento y una lentitud perezosa, tienen indudablemente por efecto la disminucion ó el total aniquilamiento de la riqueza nacional. Sucede en la vida de los pueblos, como en la naturaleza, en la cual, segun feliz espresion de Gœthe (17), «el desarrollo y el movimiento no conocen punto de parada, lanzando su maldicion á todo lo que suspende la vida.» La propagacion de graves estudios científicos contribuirá á alejar los peligros que aquí

señalo. El hombre no tiene accion sobre la naturaleza ni puede apropiarse ninguna de sus fuerzas, sino en tanto que aprenda á medirlas con precision, á conocer las leyes del mundo físico. El poder de las sociedades humanas, Bacon lo ha dicho, es la inteligencia; este poder se eleva y se hunde con ella. Pero el saber que resulta del libre trabajo del pensamiento no es únicamente uno de los goces del hombre, es tambien el antiguo é indestructible derecho de la humanidad; figura entre sus riquezas, y es frecuentemente la compensacion de los bienes que la naturaleza ha repartido con parsimonia sobre la tierra. Los pueblos que no toman una parte bastante activa en el movimiento industrial, en la eleccion y preparacion de las primeras materias, en las aplicaciones felices de la mecánica y de la química, en los que esta actividad no penetra todas las clases de la sociedad, deben infaliblemente caer de la prosperidad que hubieren adquirido. El empobrecimiento es tanto más rápido cuanto que Estados limítrofes rejuvenecen sus fuerzas por la dichosa influencia de las ciencias sobre las artes.

Del mismo modo que, en las elevadas esferas del pensamiento y del sentimiento, en la filosofía, la poesía y las bellas artes, es el primer fin de todo estudio un objeto interior, el de ensanchar y fecundizar la inteligencia, es tambien el término hácia el cual deben tender las ciencias directamente, el descubrimiento de las leyes, del

principio de unidad que se revela en la vida universal de la naturaleza. Siguiendo la senda que acabamos de trazar, los estudios físicos no serán menos útiles á los progresos de la industría, que tambien es una noble conquista de la inteligencia del hombre sobre la materia. Por una feliz conexion de causas y de efectos, generalmente aun sin que el hombre lo haya previsto, lo verdadero, lo bello y lo bueno se encuentran unidos á lo útil. El mejoramiento de los cultivos entregados á manos libres y en las propiedades de una menor estension; el estado floreciente de las artes mecánicas, libres de las trabas que les oponía el espíritu de corporacion; el comercio engrandecido y vivificado por la multiplicidad de los medios de contacto entre los pueblos, tales son los resultados gloriosos de los progresos intelectuales y del perfeccionamiento de las instituciones políticas en las cuales este progreso se refleja. El cuadro de la historia moderna es, bajo este respecto, capaz de convencer á los más porfiados.

No temamos tampoco que la direccion que caracteriza á nuestro siglo, que la predileccion tan señalada por el estudio de la naturaleza y el progreso de la industria, tengan por efecto necesario debilitar los nobles esfuerzos que se producen en el dominio de la filosofía, de la historia, y del conocimiento de la antigüedad; que tiendan á privar las producciones de las artes, encanto de nuestra existencia, del soplo vivificador de la imaginacion. Por todas partes donde,

bajo la égida de instituciones libres y de una sábia legislacion, pueden desarrollarse francamente todos los gérmenes de la civilizacion, no es de temer que una rivalidad pacífica perjudique á ninguna de las creaciones del espíritu. Cada uno de estos desarrollos ofrece frutos preciosos al Estado, los que dan alimento al hombre y fundan su riqueza física, y los que, más duraderos, trasmiten la gloria de los pueblos á la posteridad más lejana. Los Espartacos, á pesar de su austeridad dórica, rogaban á los dioses «la concesion de las cosas bellas, con las buenas.» (18)

No desarrollaré más ámpliamente estas consideraciones, tan frecuentemente espuestas, sobre la influencia que ejercen las ciencias matemáticas y físicas en todo lo que se relacione con las necesidades materiales de la sociedad. La carrera que debo recorrer es demasiado estensa para que me permita insistir aquí sobre la utilidad de las aplicaciones. Acostumbrado á lejanas correrías, quizás cometa el error de pintar la senda como más fácil y más agradable que lo es realmente; conocida costumbre de los que quieren guiar á los demás hasta los vértices de las altas montañas. Elogian la vista de que se disfruta, aun cuando quede oculta por las nubes una gran estension de llanuras; saben que un velo vaporoso y semi-diáfano tiene un encanto misterioso, que la imágen de lo infinito une el mundo de los sentidos con el mundo de las ideas

y de las emociones. Del mismo modo tambien, desde la altura que se eleva la física del mundo, no se presenta el horizonte igualmente claro y determinado en todas sus partes; pero lo que puede quedar vago y velado, no lo está únicamente por consecuencia del estado de imperfeccion de algunas ciencias, sino más aun por falta del guia que ha pretendido imprudentemente elevarse hasta esas alturas.

Por otra parte, la introduccion del Cosmos no tenia por objeto hacer valer la importancia y grandeza de la física del mundo, que nadie pone en duda en nuestros dias. He querido únicamente probar que, sin perjudicar á la solidez de los estudios especiales, pueden generalizarse las ideas, concentrándolas en un foco comun, enseñar las fuerzas y los organismos de la naturaleza, como movidos y animados por un mismo impulso. «La naturaleza, dice Schellin en su poético discurso sobre las artes, no es una masa inerte; es para aquel que sabe penetrarse de su sublime grandeza, la fuerza creadora del Universo, agitándose sin cesar, primitiva, eterna, que engendra en su propio seno, todo lo que existe perece y renace sucesivamente.»

Ensanchando los límites de la física del globo, reuniendo bajo un mismo punto de vista los fenómenos que presenta la tierra con los que abarcan los espacios celestes, llégase á la ciencia del Cosmos, es decir, que se convierte la física del globo en una física del mundo. Una de

estas denominaciones, está formada á imitacion de la otra, pero la ciencia del Cosmos no es la agregacion enciclopédica de los resultados más generales y más importantes que suministran los estudios especiales. Estos resultados no dan más que los materiales de un vasto edificio; su conjunto no podria constituir la física del mundo, ciencia que aspira á hacer conocer la accion simultánea y el vasto encadenamiento de las fuerzas que animan al Universo. La distribucion de los tipos orgánicos segun sus relaciones de latitud, de altura, y de climas, en otros términos, la geografía de las plantas y de los animales, es diferente en todo de la botánica y de la zoología descriptivas, como lo es la geología de la mineralogía propiamente dicha. La física del mundo no puede por consiguiente confundirse con las *Enciclopédias de las ciencias naturales* publicadas hasta aquí, y cuyo título es tan vago, cuanto mal trazados están sus límites. En la obra que nos ocupa, los hechos parciales no serán considerados mas que en sus relaciones con el todo. Cuanto más elevado es este punto de vista, tanto más reclama la esposicion de nuestra ciencia un método que le sea propio, un lenguaje animado y pintoresco.

En efecto, el pensamiento y el lenguaje están entre sí en una íntima y antigua alianza. Cuando por la originalidad de su estructura y su riqueza nativa, la lengua llega á dar encanto y claridad á los cuadros de la naturaleza; y cuan-

do por la flexibilidad de su organizacion se presta á pintar los objetos del mundo esterior, estiende al mismo tiempo como un soplo de vida sobre el pensamiento. Por este mútuo reflejo, la palabra es más que un signo ó la forma del pensamiento. Su bienhechora influencia se manifiesta sobre todo en presencia del suelo natal, por la accion espontánea del pueblo, de la cual es viva espresion. Orgulloso de una pátria que busca la concentracion de su fuerza en la unidad intelectual, quiero recordar, volviendo sobre mí mismo, las ventajas que ofrece al escritor el empleo del idioma que le es propio, el único que puede manejar con alguna desenvoltura. ¡Feliz él, si al esponer los grandes fenómenos del Universo, le es dado penetrar en las profundidades de una lengua que, desde hace siglos, ha influido poderosamente en los destinos humanos, por el libre vuelo del pensamiento, asi como por las obras de la imaginacion creadora!

LÍMITES Y MÉTODOS DE ESPOSICION DE LA DESCRIPCION FÍSICA DEL MUNDO.

En las precedentes consideraciones he tratado de esponer y aclarar pór medio de algunos ejemplos de qué modo los goces que ofrece el aspecto de la naturaleza, tan diversos en sus orígenes, se han acrecentado y ennoblecido por el conocimiento de la conexion de los fenómenos y de las leyes que los rigen. Réstame examinar

el espíritu del método que debe presidir á la exposicion de la *descripcion física del mundo*; indicar los límites á que cuento circunscribir la ciencia, segun las ideas que se me han presentado durante el curso de mis estudios y bajo los diferentes climas que he recorrido. ¡Séame lícito lisonjearme con la esperanza de que una discusion de este género justificará el título imprudentemente dado á mi obra, poniéndome á cubierto de toda censura sobre una presuncion que seria doblemente reprensible en trabajos científicos! Antes de presentar el cuadro de los fenómenos parciales, y distribuirlos en grupos, trataré las cuestiones generales que, íntimamente unidas entre sí, interesan á nuestros conocimientos acerca del mundo esterior, en sí mismos y en las relaciones que estos conocimientos muestran, en todas las épocas de la historia, con las diferentes fases de cultura intelectual de los pueblos. Estas cuestiones tienen por objeto:

1.° Los precisos límites de la descripcion física del mundo, como ciencia distinta.

2.° La rápida enumeracion de la totalidad de los fenómenos naturales, bajo la forma de *un cuadro general de la naturaleza*.

3.° La influencia del mundo esterior sobre la imaginacion y el sentimiento; influencia que ha dado en los tiempos modernos un poderoso impulso al estudio de las ciencias naturales, por la animada descripcion de lejanas regiones, por

la pintura de paisaje, siempre que caracterice la fisonomía de los vegetales, por las plantaciones ó la disposicion de las formas vegetales exóticas en grupos que entre sí contrasten.

4.° La historia de la contemplacion de la naturaleza, ó el desarrollo progresivo de la idea del *Cosmos*, segun la exposicion de los hechos históricos y geográficos que nos han llevado á descubrir el enlace de los fenómenos.

Cuanto más elevado es el punto de vista desde el cual la física del mundo considera los fenómenos, es tanto más necesario circunscribir la ciencia á sus verdaderos límites, separándola de todos los conocimientos análogos ó auxiliares. La descripcion física del mundo se funda en la contemplacion de la universalidad de las cosas creadas; de cuanto coexiste en el espacio concerniente á sustancias y fuerzas; y de la simultaneidad de los séres materiales que constituyen el Universo. La ciencia que trato de definir tiene, por consiguiente, para el hombre, habitante de la tierra, dos partes distintas: la tierra propiamente dicha, y los espacios celestes. Con objeto de hacer ver el carácter propio é independiente de la descripcion física del mundo, y para indicar al mismo tiempo la naturaleza de sus relaciones con la *Física general*, con la *Historia natural descriptiva*, la *Geología* y la *Geografía comparada*, voy á detenerme en primer lugar y preferentemente en la parte de la ciencia del *Cosmos* que concierne á la tierra. Así

como la historia de la filosofía no consiste en la enumeracion, en cierto modo materias, de las opiniones filosóficas que son producto de las diferentes edades, de igual manera la descripcion física del mundo no podria ser una simple asociacion enciclopédica de las ciencias que acabamos de nombrar. La confusion entre conocimientos íntimamente relacionados, es tanto mayor, cuanto que desde hace ya siglos nos hemos acostumbrado á designar grupos de nociones empíricas por denominaciones ora escesivamente latas, ora muy limitadas, con relacion á las ideas que debian espresar. Estas denominaciones ofrecen además la gran desventaja de tener un diferente sentido en las lenguas de la antigüedad clásica de las cuales fueron tomadas. Los nombres de fisiología, física, historia natural, geología y geografía, nacieron y comenzaron á usarse habitualmente mucho antes de que hubiera ideas claras de la diversidad de los objetos que estas ciencias debian abrazar, es decir, antes de su recíproca limitacion. Es tal la influencia de una larga costumbre en las lenguas, que en una de las naciones europeas más avanzadas en civilizacion, la palabra *física* se aplica á la medicina, en tanto que la química técnica, la geología y la astronomía, ciencias puramente esperimentales, se cuentan entre los *trabajos filosóficos* de una Academia cuyo renombre es justamente universal.

Háse intentado con frecuencia, y casi siempre

en vano, sustituir á las denominaciones antiguas, vagas indudablemente, pero en general comprendidas hoy, nuevos y más adecuados nombres. Estos cambios han sido propuestos sobre todo por los que se han ocupado en la clasificacion general de los conocimientos humanos, desde la gran Enciclopédia *(Margarita philosóphica)* de Gregorio Reisch (19), prior de la Cartuja de Friburgo, á fines del siglo XV, hasta el canciller Bacon, desde Bacon hasta D'Alembert, y en estos últimos tiempos, hasta el físico sagacísimo Andrés María Ampere (20). La eleccion de una nomenclatura griega, poco apropiada, ha podido ser quizás más perjudicial aun á esta última tentativa, que el abuso de las divisiones binarias y la escesiva multiplicidad de los grupos.

La descripcion del mundo, considerado como objeto de los sentidos esteriores, necesita indudablemente del concurso de la física general, y de la historia natural descriptiva; pero la contemplacion de las cosas creadas, enlazadas entre sí y formando un *todo* animado por fuerzas interiores, dá á la ciencia que nos ocupa en esta obra un carácter particular. La física se detiene en las propiedades generales de los cuerpos; es el producto de la abstraccion, la generalizacion de los fenómenos sensibles. Ya en la obra donde se consignaron las primeras bases de la física general, en los ocho libros físicos de Aristóteles (21), todos los fenómenos de la naturaleza se

consideran como dependiendo de la accion primitiva y vital de una fuerza única, principio de todo movimiento en el Universo. La parte terrestre de la física del mundo, á la que conservaria de buen grado la antigua y perfectamente espresiva denominacion de *Geografia física*, trata de la distribucion del magnetismo en nuestro planeta, segun las relaciones de intensidad y de direccion; pero no se ocupa de las leyes que ofrecen las atracciones ó repulsiones de los polos, ni de los medios de producir corrientes electro-magnéticas, permanentes ó pasageras. La geografía física traza á más á grandes rasgos la configuracion compacta ó articulada de los Continentes, la estension de su litoral comparado con su superficie, la division de las masas continentales en los dos hemisferios, division que ejerce una influencia poderosa sobre la diversidad de clima, y las modificaciones metereológicas de la atmósfera; señala el carácter de las cadenas de montañas, que, levantadas en diferentes épocas, forman sistemas particulares, ya paralelos entre sí, ya divergentes y cruzados; examina la altura media de los Continentes sobre el nivel de los mares y la posicion del centro de gravedad de su volúmen, la relacion entre el punto culminante de una cadena de montañas y la altura media de su cresta ó su proximidad á un litoral cercano. Describe tambien las rocas de erupcion como principios de movimiento, puesto que obran sobre las rocas sedimentarias

que atraviesan, levantan é inclinan; contempla los volcanes ora se encuentren aislados, ó colocados en séries ya sencilla, ya doble, ora estiendan á diferentes distancias la esfera de su actividad, bien sea por las rocas que en estribos largos y estrechos producen, bien removiendo el suelo por círculos que aumentan ó disminuyen de diámetro en la marcha de los siglos. La parte terrestre de la ciencia del *Cosmos* describe, por último, la lucha del elemento líquido con la tierra firme; espone cuanto tienen de comun los grandes rios en su curso superior ó inferior, y en su bifurcacion, cuando su cáuce aun no está enteramente cerrado; presenta las corrientes de agua quebrando las más elevadas cadenas de montañas, ó siguiendo durante largo tiempo un curso paralelo á ellas, ya en su pié, ya á grandes distancias, cuando el levantamiento de las capas de un sistema de montañas y la direccion del rugamiento, son conformes á la que siguen los bancos mas ó menos inclinados de la llanura. Los resultados generales de la *Orografía* y de la *Hidrografía* comparadas, pertenecen únicamente á la ciencia, de la cual quiero determinar aquí los límites reales; pero la enumeracion de las mayores alturas del globo, el cuadro de los volcanes, todavía en actividad, la division del suelo en depósitos de agua y la multitud de rios que los surcan; todos estos detalles son del dominio de la geografía propiamente dicha. No consideramos aquí los fenómenos sino en su mútua

dependencia, en las relaciones que presentan con las diferentes zonas de nuestro planeta, y su constitucion física en general. Las especialidades de la materia bruta ú organizada, clasificadas segun la analogía de formas y de composicion, son indudablemente un estudio del mayor interés; pero estan unidas á una esfera de ideas completamente distintas de las que constituyen el objeto de esta obra.

Las descripciones de paises diversos ofrecen materiales muy importantes para la composicion de una geografía física; sin embargo, la reunion de estas descripciones, aun ordenadas en séries, no nos daria una imágen verdadera de la conformacion general de la superficie poliédrica de nuestro planeta; como las floras de las diferentes regiones, colocadas las unas á continuacion de las otras, tampoco formarian lo que designo bajo el nombre de *Geografía de las plantas*. Por la aplicacion del pensamiento á las observaciones aisladas; por las miras del espíritu que compara y combina, llegamos á descubrir en la individualidad de las formas orgánicas, es decir, en la historia natural descriptiva de las plantas y de los animales, los caractéres comunes que puede presentar la distribucion de los séres, segun los climas; la induccion es la que nos revela las leyes numéricas, segun las cuales se regulan la proporcion de las familias naturales con la suma total de las especies, y la latitud ó posicion geográfica de las zonas donde cada forma orgánica

alcanza en las llanuras el máximun de su desarrollo. Estas consideraciones asignan, merced á la generalizacion de sus miras, un carácter más elevado á la descripcion física del globo; y es efectivamente de esta reparticion local de formas, del número y crecimiento más vigoroso de las que predominan en la masa total, de lo que dependen el aspecto del paisaje y la impresion que nos deja la fisonomía de la vegetacion.

Los catálogos de los séres organizados, á que se daba otras veces el pomposo título de *Sistemas de la Naturaleza*, nos ponen de manifiesto un admirable enlace de analogías de estructura, ya en el desarrollo muy completo de esos séres, ya en las diferentes fases que recorren segun una *evolucion* en espiral, de un lado las hojas, las brácteas, el cáliz, la corola y los órganos fecundantes; del otro, con mayor ó menor simetría, los tejidos celulares y fibrosos de los animales, sus partes articuladas ó debilmente bosquejadas; pero todos estos pretendidos sistemas de la naturaleza, ingeniosos en sus clasificaciones, no nos hacen ver los séres distribuidos por grupos en el espacio, con respecto á las diferentes relaciones de latitud y altura á que estan colocados sobre el nivel del Océano, y segun las influencias climatológicas que esperimentan en virtud de causas generales, y las más de las veces muy remotas. El objeto final de una geografía física, es sin embargo, como lo hemos enunciado mas arriba, reconocer la unidad en

la inmensa variedad de los fenómenos, descubrir, por el libre ejercicio del pensamiento y combinando las observaciones, la constancia de los fenómenos, en medio de sus variaciones aparentes. Si en la esposicion de la parte terrestre del *Cosmos*, debe descenderse alguna vez á hechos muy especiales, es solo para recordar la conexion que tienen las leyes de la distribucion real de los séres en el espacio, con las leyes de la clasificacion ideal por familias naturales, por analogía de organizacion interna y de evolucion progresiva.

Resulta de estas discusiones sobre los límites de las ciencias, y en particular sobre la distincion necesaria entre la botánica descriptiva ó morfologia vegetal, y la geografía de las plantas, que, en la física del globo, la innumerable multitud de cuerpos organizados que embellecen la creacion, es considerada mas bien por *zonas de habitacion* ó de *estaciones,* por *bandas isotérmicas* de inflexiones diferentes, que por los principios de gradacion en el desarrollo del organísmo interior. Sin embargo, la botánica y la zoología, que componen la historia natural descriptiva de los cuerpos organizados, no dejan de ser manantiales fecundos que ofrecen materiales sin los cuales el estudio de las relaciones y del enlace de los fenómenos no tendria sólido fundamento.

Una observacion importante hay que añadir para demostrar claramente este enlace. A pri-

mera vista, al abrazar de una ojeada la vegetacion de un Continente en vastos espacios, vénse las formas mas desemejantes, como las gramíneas y las orquídeas, los árboles coníferos y las encinas, próximas unas á otras; y se ven por el contrario las familias naturales y los géneros, que lejos de formar asociaciones locales, están dispersos como al azar. Esta dispersion no obstante, es aparente. La descripcion física del globo nos muestra que el conjunto de la vegetacion presenta numéricamente en el desarrollo de sus formas y de sus tipos, relaciones constantes; que bajo iguales climas, las especies que faltan á un pais estan reemplazadas en el próximo por especies de una misma familia; y que esta *ley de sustituciones* que parece consistir en los misterios mismos del organismo originario, mantiene en las regiones limítrofes la relacion numérica de las especies de tal ó cual gran familia, con la masa total de las fanerógamas que componen las dos floras. Asi es como se revela, en la multiplicidad de las organizaciones distintas que las pueblan, un principio de unidad, un plan primitivo de distribucion. Puede tambien reconocerse bajo cada zona diversificada, segun las familias de plantas que produce, una accion lenta pero contínua sobre el Océano aéreo, accion que depende de la influencia de la luz, primera condicion de toda vitalidad orgánica en la superficie sólida y líquida de nuestro planeta. Diríase, valiéndonos de una bella frase de Lavoi-

sier, que se renueva sin cesar á nuestra vista la antigua maravilla del mito de Prometeo.

Si aplicamos el método que tratamos de seguir en la esposicion de la descripcion física de la tierra, á la parte sideral de la ciencia del Cosmos, es decir, á la descripcion de los espacios celestes y á los cuerpos que los pueblan, habremos simplificado en mucho nuestro trabajo. Si se quiere, siguiendo una antigua costumbre á la cual nos obligaran un dia á renunciar miras más filosóficas, distinguir la *física*, es decir, las consideraciones generales sobre la esencia de la materia y las fuerzas que le imprimen el movimiento, de la *química*, que se ocupa de la heterogeneidad de las sustancias, de su composicion elemental, y de atracciones que no estan determinadas solo por las relaciones de las masas, preciso es convenir en que la descripcion de la tierra presenta acciones *físicas y químicas* á la vez. Al lado de la gravitacion, que debe considerarse como la fuerza primitiva de la naturaleza, obran á nuestro alrededor, en el interior ó en la superficie de nuestro planeta, atracciones de otro género. Son estas las que se ejercen entre las moléculas en contacto, ó separadas á distancias infinitamente pequeñas (22); fuerzas de *afinidad química* que modificadas distintamente por la electricidad, el calórico, la condensacion en los cuerpos porosos, ó el contacto de una sustancia intermedia, animan igualmente el mundo inorgánico y los tejidos de los anima-

les y de las plantas. Si esceptuamos los pequeños asteroides que se nos aparecen bajo las formas de aerolito, bólides y estrellas errantes, los espacios celestes no ofrecen hasta ahora á nuestra observacion directa, más que fenómenos físicos; aun no podemos juzgar con certeza, sino de los efectos que dependen de la cantidad de materia ó de la distribucion de las masas. Los fenómenos de los espacios celestes deben, por consiguiente, considerarse como sometidos á las simples leyes dinámicas del movimiento. Los efectos que podrian nacer de la diferencia específica, de la heterogeneidad de la materia no han sido hasta aquí objeto de cálculo para la mecánica de los cielos.

El habitante de la tierra no se pone en relacion con la materia que contienen los espacios celestes, ya esté diseminada, ó reunida en grandes esferoides, sino por dos caminos; por los fenómenos de luz (propagacion de las ondas luminosas), ó por la influencia que ejerce la gravitacion universal (atraccion de las masas). La existencia de acciones periódicas del sol y de la luna sobre el magnetismo terrestre son hasta hoy muy dudosas. Ninguna esperiencia directa arroja luz sobre las propiedades ó cualidades específicas de las masas que circulan por los espacios celestes, y sobre las de las materias que quizá los llenan por completo, á no ser, como acabamos de enunciar, respecto de los aerolitos ó piedras meteóricas que se mezclan á las sus-

tancias terrestres. Basta recordar aquí lo que puede deducirse de su direccion y de su enorme velocidad de proyeccion, velocidad esencialmente planetaria, á saber: que dichas masas, rodeadas de vapores, y al llegar al estado de incandescensia, son pequeños cuerpos celestes atraidos por la accion de nuestro planeta fuera de su primitivo camino. El aspecto, tan familiar á nuestra vista, de estos asteroides, la analogía que ofrecen con los minerales que componen la corteza de nuestro globo, tienen sin duda algo de sorprendente; pero la única consecuencia que puede deducirse en mi juicio, es que en general los planetas y las otras masas que bajo la influencia de un cuerpo central se han aglomerado en anillos de vapores, y despues en esferoides, son como partes integrantes de un mismo sistema y tienen un mismo origen, y pueden ofrecer tambien una asociacion de sustancias químicamente idénticas. Hay más todavía: las esperiencias del péndulo, y particularmente las hechas con tan rara precision por Bessel, confirman el axioma newtoniano, de que los cuerpos más heterogéneos en su composicion (el agua, el oro, el cuarzo, la caliza granulada y diferentes masas de aerolitos) esperimentan por la atraccion de la tierra, una aceleracion enteramente semejante. Unénse á las observaciones del péndulo pruebas obtenidas por observaciones puramente astronómicas. La casi identidad de la masa de Júpiter, deducida de la accion que

ejerce este gran planeta sobre sus satélites, sobre el cometa de Encke de corto período, y sobre los pequeños planetas (Vesta, Juno, Ceres y Palas), dá igualmente la certeza de que, en los límites de nuestras actuales observaciones, la atraccion está determinada por la sola cantidad de la materia (23).

La carencia de percepciones sobre la heterogeneidad de la materia, que se obtiene de la observacion directa y consideraciones teóricas, dá á la mecánica de los cielos un alto grado de simplicidad. Sujeta la estension inconmensurable de los espacios celestes á la sola ciencia del movimiento, la parte sideral del Cosmos bebe en las fuentes puras y fecundas de la astronomia matemática, como la parte terrestre en las de la física, química y morfología orgánica; pero el dominio de estas tres últimas ciencias abraza fenómenos de tal modo complicados, y hasta el dia tan poco susceptibles de métodos rigorosos, que la física del globo no podria vanagloriarse aquí de la certeza, simplicidad en la esposicion de los hechos y de su mútuo encadenamiento, que es lo que caracteriza la parte celeste del *Cosmos*. La diferencia que señalamos en este momento, quizá sirva de esplicacion al por qué, en los primeros tiempos de la cultura intelectual de los Griegos, la filosofía de la naturaleza de los Pitagóricos se dirigió con más ardor hácia los astros y los espacios celestes, que hácia la tierra y sus producciones; y cómo, merced á

Philolao, y despues por los deseos análogos de Aristarco de Samos, y de Seleuco de Erytrea, ha llegado á ser más provechosa al conocimiento del verdadero sistema del mundo, que haya podido serlo jamás para la física de la tierra, la filosofía de la naturaleza de la escuela jónica. Atendiendo poco á las propiedades y á las diferencias específicas de las materias que llenan los espacios, la gran escuela itálica en su gravedad dórica, miraba preferentemente cuanto se refiere á las medidas, á la configuracion de los cuerpos, á las distancias de los planetas y á los números (24); en tanto que los físicos de Jonia se detenian en las cualidades de la materia, en sus transformaciones verdaderas ó supuestas, y en sus relaciones de orígen. Al poderoso genio de Aristóteles, tan profundamente especulativo y práctico á la vez, le estaba reservado el profundizar con igual éxito el mundo de las abstracciones y el mundo de las realidades materiales, que encierra fuentes inagotables de movimiento y de vida.

Muchos y de los más notables tratados de geografía física, ofrecen en sus introducciones una parte esclusivamente astronómica destinada á describir ante todo en la tierra en su dependencia planetaria, y como formando parte del gran sistema que anima el cuerpo central del Sol. Esta marcha de ideas es diametralmente opuesta á la que yo me propongo seguir. Para comprender bien la grandeza del mundo no debe

subordinarse la parte sideral, llamada por Kant *Historia natural del cielo,* á la parte terrestre. En el Cosmos, segun antigua espresion de Aristarco de Samos, que presentia el sistema de Copérnico, el Sol no es otra cosa, con sus satélites, sino una de las innumerables estrellas que llenan los espacios. La descripcion de estos espacios, la física del mundo, ha de empezar por los cuerpos celestes, por el trazado gráfico del Universo, mejor dicho, por un verdadero *mapa del mundo*, tal como la mano atrevida de William Herschell intentó trazarlo. Si á pesar de la pequeñez de nuestro planeta, lo que le concierne exclusivamente ocupa en esta obra el lugar más importante, y se encuentra desarrollado con mayor precision, depende esto únicamente de la desproporcion de nuestros conocimientos entre lo que es asequible á la observacion y lo que de ella escapa. Esta subordinacion de la parte celeste á la terrestre, se encuentra ya en la gran obra de Bernardo Varenio (25), que apareció á mediados del siglo XVII. Fué el primero que distinguió la geografía *general* y la geografía *especial*, subdividiendo la primera en geografía *absoluta*, es decir, propiamente *terrestre*, y en geografía *relativa* ó *planetaria*, segun que se mire á la superficie de la tierra en sus diferentes zonas, ó las relaciones de nuestro planeta con el sol y la luna. Es un justo título de gloria para Varenio, que su *Geografía general y comparada* pudiera fijar, como fijó, en alto grado la

atencion de Newton. Segun el imperfecto estado de las ciencias auxiliares de que debia valerse, el resultado no podia corresponder á la magnitud de la empresa. Estaba reservado á nuestro tiempo, y á mi pátria, ver trazar á Cárlos Ritter el cuadro de la geografía comparada en toda su estension, y en su íntima relacion con la historia del hombre (26).

La enumeracion de los más importantes resultados de las ciencias astronómicas y físicas, que, en el Cosmos, converjen hácia un foco comun, legitima hasta cierto punto el título que he dado á mi obra. Quizás sea el título mas temerario que la empresa misma, circunscrita á los limites que la he fijado. La introduccion de nombres nuevos, sobre todo cuando se trata de las miras generales de una ciencia que debe estar al alcance de todos, ha sido hasta ahora muy contraria á mis costumbres; nada he añadido á la nomenclatura, sino allí donde en las especialidades de la botánica y de la zoología descriptivas, objetos reseñados por primera vez, han hecho indispensables nombres nuevos. Las denominaciones de *Descripcion física del mundo*, ó *Física del mundo*, de que me valgo indistintamente, estan formadas sobre las de *Descripcion física de la tierra* ó *física del globo*, es decir, *Greografía física*, desde largo tiempo tenidas en uso. Uno de los génios más poderosos, Descartes, dejó algunos fragmentos de la gran obra que pensaba publicar bajo el título de

Mundo, y para la cual se habia dedicado á estudios especiales, incluso el de la anatomía del hombre. La espresion poco comun, pero precisa, de *Ciencia del Cosmos*, recuerda al espíritu del habitante de la tierra, la idea de que se trata aquí de un horizonte más vasto, de la reunion de cuanto llena el espacio, desde las más lejanas nebulosas hasta los ligeros tejidos de materia vegetal, repartidos segun los climas, que tapizan y coloran diversamente las rocas.

Bajo la influencia de las limitadas aspiraciones propias de la infancia de los pueblos, las ideas de *tierra* y de *mundo* han sido confundidas desde el principio en el uso de todos los idiomas. Las vulgares espresiones: *Viajes alrededor del mundo*, *mapa-mundi*, *nuevo-mundo*, son ejemplos de esta confusion. Las más exactas y más nobles de *Sistema del mundo, mundo planetario*, *creacion y edad del mundo*, se refieren unas á la totalidad de las materias que llenan los espacios celestes, otras, al orígen del Universo entero.

Parece natural que en medio de la estremada variabilidad de los fenómenos que ofrecen la superficie del globo y el Océano aéreo que la envuelve, haya admirado al hombre el aspecto de la bóveda celeste, y los movimientos arreglados y uniformes del sol y de los planetas. Tambien la palabra *Cosmos* indicaba primitivamente, en los tiempos homéricos, las ideas de *adorno y órden* á la vez; pasó mas tarde al len-

guaje científico, y se aplicó progresivamente á la armonía que se observa en los movimientos de los cuerpos celestes, al órden que reina en el Universo entero, al mundo mismo en el cual este órden se refleja. Segun la asercion de Philolao, cuyos fragmentos ha comentado M. Bœckh con rara sagacidad, y segun el testimonio general de toda la antigüedad, fué Pitágoras el primero que se sirvió de la palabra Cosmos para designar el órden que reina en el Universo, y el Universo ó el mundo mismo (27). De la escuela de la filosofía itálica, la espresion pasó en este sentido al idioma de los poetas de la naturaleza, Parménides y Empédocles, y de allí al uso de los prosistas. No discutiremos aquí cómo segun estas ideas pitagóricas, distingue Philolao entre el Olimpo, Urano ó el Cielo, y el *Cosmos;* cómo la misma palabra está empleada en plural para designar ciertos cuerpos celestes (los planetas) que circulan alrededor del *foco central del mundo*, ó grupos de estrellas. En mi obra, la palabra Cosmos está tomada como la prescriben el uso helénico, posterior á Pitágoras, y la definicion muy exacta dada en el Tratado *del mundo* que falsamente se ha atribuido á Aristóteles; es el conjunto del cielo y de la tierra, la universalidad de las cosas que componen el mundo sensible. Si desde largo tiempo los nombres de las ciencias no hubieran sido apartados de su verdadera significacion lingüística la obra que publico debería llevar el título

de *Cosmografía*, y dividirse en *Uranografía y Geografía.* Los romanos, imitadores de los griegos, en sus débiles ensayos de filosofía, han concluido tambien por transportar al *Universo* la significacion de sus *mundos*, que no indicaba primitivamente más que la *compostura*, el *adorno*, y no el órden ó la regularidad en la disposicion de las partes. Es probable que la introduccion de este término técnico en el idioma del Lacio, la importacion de un equivalente de la palabra *Cosmos*, en su doble significacion, se deba á Ennio (28), partidario de la escuela itálica, traductor de los filosofemas pitagóritos compuestos por Epicarno ó por alguno de sus adeptos.

Distinguiremos desde luego la *historia física del mundo* de la *descripcion física del mundo.* La primera, concebida en el más lato sentido de la palabra, deberia, si existieran datos para escribirla, trazar las variaciones que ha esperimentado el universo en el trascurso de las edades, desde las estrellas nuevas que repentinamente han aparecido y desaparecido en la bóveda del firmamento, desde las nebulosas que se disuelven ó se condensan, hasta la primera capa de vegetacion criptógama que ha cubierto la superficie apenas enfriada del globo, ó un banco de corales levantado en el seno de los mares. La *descripcion física del mundo* ofrece el cuadro de lo que coexiste en el espacio, de la accion simultánea de las fuerzas naturales y de los fe-

nómenos que estas producen. Pero para comprender bien la naturaleza, no se puede separar enteramente y de una manera absoluta la consideracion del estado actual de las cosas, de la de las fases sucesivas por las cuales estas han pasado, ni puede concebirse su esencia sin reflecsionar acerca del modo de su formacion. No es la materia orgánica sola la que perpétuamente se compone y se disuelve para formar nuevas combinaciones; el globo, á cada fase de su vida, nos revela tambien el misterio de sus estados anteriores.

No es posible fijar la vista sobre la corteza de nuestro planeta, sin encontrar las huellas de un mundo orgánico destruido. Las rocas sedimentarias presentan una sucesion de séres que se han asociado por grupos. escluidos y reemplazados mútuamente. Estos bancos superpuestos unos á los otros, nos revelan los faunos y las floras de los pasados siglos. En este sentido, la descripcion de la naturaleza está intimamente enlazada con su historia. El geólogo no puede concebir el tiempo presente sin remontarse, guiado por el enlace de las observaciones, á miles de siglos trascurridos. Al trazar el cuadro físico del globo, vemos, por decirlo así, penetrarse recíprocamente el pasado y el presente; porque sucede en el dominio de la naturaleza lo mismo que en el dominio de las lenguas, en las cuales las investigaciones etimológicas nos hacen ver tambien un desarrollo sucesivo, y nos

demuestran el estado anterior de un idioma, reflejado en las formas de que hoy nos valemos. Este reflejo del pasado se manifiesta tanto más en el estudio del mundo material, cuanto que vemos aparecer á nuestros ojos rocas de erupcion y capas sedimentarias semejantes á las de edades anteriores. Para tomar un ejemplo sorprendente de las relaciones geológicas que determinan la fisonomía de un pais, recordaré aquí que los promontorios traquíticos, los conos de basalto, las corrientes de amigdaloydes de poros alargados y paralelos, y los blancos depósitos de pómez mezclados con negras escorias, animan, por decirlo así, el paisaje, por los recuerdos del pasado. Estas masas obran sobre la imaginacion del observador instruido, como obrarian las tradiciones de un mundo anterior; que la forma de las rocas es su historia.

El sentido en que han empleado originariamente los Griegos y los Romanos la palabra *historia*, prueba que tenian tambien la conviccion íntima de que para formarse una idea completa del actual estado de las cosas, era preciso considerarlas en su sucesion. No en la definicion dada por Verrio-Flaco (29), sino en los escritos zoológicos de Aristóteles, es donde la palabra *historia* se presenta como una esposicion de los resultados de la esperiencia y de la observacion. La descripcion física del mundo de Plinio el Viejo, lleva el título de *Historia natural*; en las cartas de su sobrino se la llama mas noble-

mente, *Historia de la naturaleza*. Los primeros historiadores griegos no separaban aun las descripciones de los paises, de la narracion de los sucesos de que habian sido teatro. Entre ellos, la geografía física y la historia formaron estrecha alianza; permanecieron mezcladas, de una manera sencilla y graciosa, hasta la época en que el gran desarrollo del interés político y la perpétua agitacion de la vida de los ciudadanos, hicieron desaparecer de la historia de los pueblos el elemento geográfico, para formar de él una ciencia aparte.

Queda que examinar si, por obra del pensamiento, puede esperarse que la inmensidad de los fenómenos diversos que comprende el Cosmos, vengan á la unidad de un principio y á la evidencia de las verdades racionales. En el estado actual de nuestros conocimientos empíricos, no nos atravemos á concebir tan lisonjera esperanza. Las ciencias esperimentales, fundadas en la observacion del mundo esterior no pueden pretender nunca el completarse; la esencia de las cosas y la imperfeccion de nuestros órganos se oponen á ello igualmente. Nunca se acabará la riqueza inagotable de la naturaleza; ninguna generacion podrá lisonjearse de haber abrazado la totalidad de los fenómenos. Distribuyéndolos por grupos es como se ha llegado á descubrir en algunos de estos, el imperio de ciertas leyes de la naturaleza, sencillas y grandes como ella. La estension de este imperio aumentará sin duda, á

medida que las ciencias físicas se ensanchen y perfeccionen progresivamente. Brillantes ejemplos de este adelanto se han dado en nuestros dias en los fenómenos electro-magnéticos, y en los que presentan la propagacion de las ondas luminosas y el calórico radiante. Del mismo modo la fecunda doctrina de la evolucion nos hace ver cómo en los desarrollos orgánicos todo lo que se forma ha sido bosquejado anteriormente, cómo los tejidos de las materias vejetales y animales nacen uniformemente de la multiplicacion y de la transformacion de las células.

La generalizacion de las leyes, no aplicada primero sino en estrecho círculo á algunos grupos aislados de fenómenos, ofrece con el tiempo gradaciones cada vez más señaladas, ganando en estension y en evidencia mientras se fija el razonamiento en fenómenos de naturaleza realmente análoga; pero desde el momento en que los cálculos dinámicos no son suficientes; por donde quiera que las propiedades específicas de la materia y su heterogeneidad están en juego, es de temer que obstinándonos en conocer las leyes, encontremos bajo nuestros pasos abismos infranqueables. El principio de unidad deja de hacerse sentir; el hilo se rompe do quiera que se manifieste entre las fuerzas de la naturaleza una accion de un género particular. La ley de los equivalentes y de las proporciones numéricas de composicion, tan felizmente reconocida por los químicos modernos, proclamada bajo la an-

tigua forma de símbolos atomísticos, permanece aun aislada, é independiente de las leyes matemáticas del movimiento y de la gravitacion.

Las producciones de la naturaleza, objeto de la observacion directa, pueden distribuirse lógicamente por clases, órdenes ó familias. Los cuadros de estas distribuciones arrojan sin duda alguna luz sobre la historia natural descriptiva; pero el estudio de los cuerpos organizados y su enlace lineal, á pesar de dar más unidad y sencillez á la distribucion de los grupos, no pueden elevarse á una clasificacion fundada sobre un solo principio de composicion y organizacion interior. Del mismo modo que las leyes de la naturaleza presentan diferentes gradaciones segun la estension de los horizontes ó de los círculos de fenómenos que abrazan, así tambien la esploracion del mundo esterior tiene fases diversamente graduadas. El empirismo empieza por cálculos aislados que se van acercando segun su analogía y su desemejanza. Al acto de la observacion directa sucede, aunque muy tarde, el deseo de esperimentar, es decir, de producir fenómenos bajo condiciones determinadas. El esperimentador racional no obra al azar; se guía por hipótesis que se ha formado, por un presentimiento semi-instintivo, y más ó menos exacto, del enlace de las cosas ó de las fuerzas de la naturaleza. Los resultados debidos á la observacion ó al esperimento, conducen, por medio del análisis y la induccion, al descubrimiento de le-

yes empíricas. Estas son las fases que la inteligencia humana ha recorrido, y que han caracterizado diferentes épocas en la vida de los pueblos. Siguiendo este camino es como se ha llegado á reunir el conjunto de hechos que constituyen hoy la sólida base de las ciencias de la naturaleza.

Dos formas de abstraccion dominan el conjunto de nuestros conocimientos: relaciones de *cantidad* relativas á las ideas de número ó de magnitud, y relaciones de *cualidad* que comprenden las propiedades específicas ó la heterogeneidad de la materia. La primera de estas formas, más accesible al ejercicio del pensamiento, pertenece á las ciencias matemáticas; la segunda, más difícil de comprender y más misteriosa en apariencia, es del dominio de las ciencias químicas. Para someter los fenómenos al cálculo, hay que recurrir á una construccion hipotética de la materia por combinacion de moléculas y átamos, cuyo número, forma, posicion y polaridad deben determinar, modificar y variar los fenómenos. Los mitos de materias imponderables y de ciertas fuerzas vitales propias de cada organismo, han complicado los cálculos y derramado una luz dudosa sobre el camino que ha de seguirse. Bajo condiciones y formas de intuicion tan diversas es como se ha acumulado, á través de los siglos, el conjunto prodigioso de nuestros conocimientos empíricos, el cual aumenta cada dia con rapidez creciente. El espíritu investi-

gador del hombre trata de tiempo en tiempo, y con éxito desigual, de romper formas anticuadas, símbolos inventados para someter la materia rebelde á las construcciones mecánicas.

Muy lejos estamos aun de la época en que será posible reducir á la unidad de un principio racional, por la obra del pensamiento, cuanto percibimos por medio de los sentidos. Puede aun dudarse si en el campo de la filosofía de la naturaleza llegará á conseguirse semejante resultado. La complicacion de los fenómenos y la inmensa estension del Cosmos parecen oponerse á este fin; pero aun cuando el problema fuera insoluble en conjunto, no por ello una solucion parcial, la tendencia hácia la comprension del mundo, dejaría de ser el objeto eterno y sublime de toda observacion de la naturaleza. Fiel al carácter de las obras que he publicado hasta aquí, y á los trabajos de medidas, esperiencias, é investigaciones que han llenado mi carrera, me encierro en el círculo de las concepciones empíricas.

La esposicion de un conjunto de hechos observados y combinados entre sí, no escluye el deseo de agrupar los fenómenos segun su racional enlace, ni generalizar lo que es susceptible de generalizacion en el conjunto de las observaciones particulares, ni llegar, en fin, al descubrimiento de las leyes. Concepciones del universo fundadas únicamente en la razon, en los principios de la filosofía especulativa, asignarían sin

duda á la ciencia del Cosmos un objeto más elevado. Lejos estoy de censurar los esfuerzos que yo no he intentado, y de vituperarlos por el solo motivo de que hasta aquí han tenido un éxito muy dudoso. Contra la voluntad y los consejos de los profundos y poderosos pensadores que han dado una nueva vida á especulaciones con las cuales se había ya familiarizado la antigüedad, los sistemas de la filosofía de la naturaleza han alejado los ánimos durante algun tiempo en nuestra patria de los graves estudios de las ciencias matemáticas y físicas. La embriaguez de pretendidas conquistas ya hechas; un lenguaje nuevo escéntricamente simbólico; la predileccion por fórmulas de racionalismo escolástico tan estrechas como nunca las conoció la edad media, han señalado, por el abuso de las fuerzas en una generosa juventud, las efímeras saturnales de una ciencia puramente ideal de la naturaleza. Repito la espresion, abuso de las fuerzas, porque espíritus superiores entregados á la vez á los estudios filosóficos y á las ciencias de observacion, han sabido preservarse de estos escesos. Los resultados obtenidos por sérias investigaciones en el camino de la esperiencia, no pueden estar en contradiccion con una verdadera filosofía de la naturaleza. Cuando hay oposicion, la falta está, ó en el vacío de la especulacion ó en las exageradas pretensiones del empirismo, que cree haber probado por la esperiencia más de lo que la esperiencia puede probar.

Ya se oponga la naturaleza al mundo intelectual, como si este último no estuviese comprendido en el vasto seno de la primera; ó bien se oponga al arte, considerado coma una manifestacion del poder intelectual de la humanidad, no deben conducir estos contrastes, reflejados en las lenguas más cultivadas, á un divorcio entre la naturaleza y la inteligencia, divorcio que reduciría la física del mundo á no más que un conjunto de especialidades empíricas. La ciencia no empieza para el hombre hasta el momento en que el espíritu se apodera de la materia, en que trata de someter el conjunto de las esperiencias á combinaciones racionales. La ciencia es, el espíritu aplicado á la naturaleza; pero el mundo esterior no existe para nosotros sino en tanto que por el camino de la intuicion le reflejemos dentro de nosotros mismos. Así como la inteligencia y las formas del lenguaje, el pensamiento y el símbolo, están unidos por lazos secretos é indisolubles, del mismo modo tambien el mundo esterior se confunde, casi sin echarlo de ver, con nuestras ideas y nuestros sentimientos. Los fenómenos esteriores, dice Hegel en *La filosofía de la historia*, están en cierto modo traducidos en nuestras representaciones internas. El mundo objetivo pensado por nosotros y en nosotros reflejado, está sometido á las eternas y necesarias formas de nuestro ser intelectual. La actividad del espíritu se ejerce sobre los elementos que le facilita la observacion sensible. Así desde la in-

fancia de la humanidad se descubre en la simple intuicion de los hechos naturales, en los primeros esfuerzos intentados para comprenderlos, el gérmen de la filosofía de la naturaleza. Estas tendencias ideales son diversas y más ó menos fuertes, segun las razas, sus disposiciones morales, y el grado de cultura que han alcanzado, merced á la naturaleza que las rodea.

La historia nos ha conservado el recuerdo del gran número de formas, bajo las cuales se ha intentado concebir racionalmente el mundo entero de los fenómenos, reconocer en el Universo la accion de una sola fuerza motriz que penetra la materia, la transforma y la vivifica. Estos ensayos datan en la antigüedad clásica, desde los tratados de la escuela jónica sobre los principios de las cosas, en que apoyándose en un corto número de observaciones, se quiso someter el conjunto de la naturaleza á temerarias especulaciones. A medida que por la influencia de grandes sucesos históricos se han desarrollado todas las ciencias auxiliándose de la observacion, háse visto tambien enfriarse el ardor que llevaba á deducir la esencia de las cosas y su conexion, de construcciones puramente ideales y de principios racionales en un todo. En tiempos más próximos á nosotros, la parte matemática de la filosofía natural ha sido la que recibió mayores adelantos. El método y el instrumento, es decir el análisis, se han perfeccionado á la vez. Creemos que lo que fué conquistado por tan diversos

medios, por la aplicacion ingeniosa de las suposiciones atomísticas, por el estudio más general y más íntimo de los fenómenos y por el perfeccionamiento de nuevos aparatos, es el bien comun de la humanidad, y no debe hoy como antes tampoco lo era, ser sustraido á la libre accion del pensamiento especulativo.

No puede negarse sin embargo, que en el trabajo del pensamiento hayan corrido algun peligro los resultados de la esperiencia. En la perpétua vicisitud de los aspectos teóricos, no hay que admirarse mucho, como dice ingeniosamente el autor de *Giordano Bruno* (30), «si la mayor »parte de los hombres no ven en la filosofía sino »una sucesion de meteoros pasajeros, y si las »grandes formas que ha revestido corren la suer»te de los cometas, que el pueblo no coloca entre »las obras eternas y permanentes de la natura»leza, sino entre las fugitivas apariciones de los »vapores ígneos.» Apresurémonos á añadir que el abuso del pensamiento y las equívocas sendas en que penetra, no pueden autorizar una opinion cuyo efecto sería rebajar la inteligencia, á saber, que el mundo de las ideas no es por su naturaleza más que un mundo de fantasmas y sueños, y que las riquezas acumuladas por laboriosas observaciones tienen en la filosofía una potencia enemiga que las amenaza. No es propio del espíritu que caracteriza nuestro tiempo el rechazar con desconfianza cualquier generalizacion de miras, cualquier intento de profundi-

zar las cosas por la senda del raciocinio y de la induccion. Sería desconocer la dignidad de la naturaleza humana, y la importancia relativa de nuestras facultades, el condenar, ya la razon austera que se entrega á la investigacion de las causas y de su enlace, ya el vuelo de la imaginacion que precede á los descubrimientos y los suscita por su poder creador.

PRIMERA PARTE.

EL CIELO.

CUADRO DE LOS FENÓMENOS CELESTES.

Cuando el espíritu humano se enorgullece hasta querer avasallar al mundo material, es decir, al conjunto de los fenómenos físicos; cuando intenta reducir al dominio de su pensamiento la naturaleza entera con la rica plenitud de su vida, y la accion de las fuerzas ya patentes ya ocultas que la animan, los límites de su horizonte se pierden en lontananza y desde la altura á que se eleva se le aparecen las individualidades como agrupadas en masas y como veladas por una lijera bruma. Tal es el punto de vista en que queremos colocarnos para contemplar el Universo, é intentar describir en su conjunto la esfera de los cielos y el mundo terrestre. No se me oculta la audacia de tentativa semejante, pues sé que entre todas las formas de esposicion á que consagro estas pájinas, el ensayo de un

cuadro general de la naturaleza es tanto más difícil, cuanto que en lugar de limitarnos á describir en detalle las riquezas de sus tan variadas formas, nos proponemos pintar las grandes masas, ya sea que tengan sus contornos una existencia real, ya que las divisiones del cuadro resulten de la naturaleza misma de nuestras concepciones. Para que esta obra sea digna de la bellísima espresion de *Cosmos*, que significa el órden en el Universo y la magnificencia en el órden, es necesario que abrase y describa el gran Todo; es preciso clasificar y coordinar los fenómenos, penetrar el juego de fuerzas que los producen, y pintar en fin, con animado lenguaje, una viviente imágen de la realidad, ¡Quiera Dios que la infinita variedad de los elementos de que se compone el cuadro de la naturaleza no perjudique á la impresion armoniosa de calma y de unidad, supremo objeto de toda obra literaria ó puramente artística!

Desde las profundidades del espacio ocupadas por las nebulosas más remotas, descenderemos por grados á la zona de estrellas de que es una parte nuestro sistema solar, al esferoide terrestre con su envuelta gaseosa y líquida, con su forma, su temperamento y su tension magnética, hasta los séres dotados de vida que la accion fecundante de la luz desarrolla en su superficie. Sobre este cuadro del mundo tendremos que pintar á grandes rasgos los espacios infinitos de los cielos, y trazar el bosquejo de microscópicas

existencias del reino orgánico que se desarrollan en las aguas estancadas ó sobre las ásperas crestas de las rocas. Las riquezas de observacion que el estudio severo de la naturaleza ha sabido acumular hasta nuestra época, forman los materiales de esta vasta representacion, cuyo carácter principal debe ser el de llevar en sí misma el testimonio de su fidelidad. Pero en las condiciones consignadas en los prolegómenos, un cuadro descriptivo de la naturaleza no puede comprender los detalles y las individualidades consideradas fuera del conjunto, porque perjudicaría al efecto general de la obra querer enumerar todas las formas en que se revela la vida, todos los hechos y todas las leyes de la naturaleza. La tendencia que lleva á fraccionar indefinidamente la suma de nuestros conocimientos es un escollo que el filósofo ha de saber evitar, so pena de perderse en la multitud de detalles acumulados por un empirismo casi siempre irreflexivo. Ignoramos aun, además, una parte considerable de las propiedades de la materia, ó para hablar en lenguaje más conforme con la filosofía natural, fáltanos descubrir séries enteras de fenómenos que dependen de fuerzas de que ninguna idea tenemos en la actualidad; laguna que por sí solo sería suficiente para hacer que fuese incompleta toda representacion unitaria de la totalidad de los hechos naturales. Tambien en el fondo mismo del goce que le inspira el cuadro de sus conquistas, el espíritu inquieto, poco satisfecho del presen-

te, esperimenta como una especie de malestar, cediendo al deseo enérgico que le lleva incesantemente hácia las regiones de la ciencia aun inesploradas. Estas aspiraciones de nuestra alma anudan más fuertemente el lazo que une el mundo sensible al mundo ideal en virtud de las leyes supremas de la inteligencia, y vivifican esta relacion misteriosa «de la impresion que recibe nuestra alma del mundo esterior y el acto que la refleja del seno de sus mismas profundidades.»

Siendo además la naturaleza (considerada como conjunto de séres y de fenómenos) ilimitada en cuanto á sus contornos y á su contenido, nos presenta un problema que toda la capacidad humana no podria abarcar, problema insoluble porque exige el conocimiento general de todas las fuerzas que se agitan en el Universo. Bien puede hacerse semejante confesion, cuando nos proponemos por único objeto de nuestras investigaciones inmediatas, las leyes de los séres ó de sus desenvolvimientos, y cuando nos sujetamos á seguir un solo camino, el de la esperiencia guiada por un método de induccion rigurosa. Es verdad que se renuncia así á satisfacer la tendencia que nos lleva á considerar la naturaleza en su universalidad, y á penetrar la esencia misma de las cosas; pero la historia de las teorías generales sobre el mundo, que hemos reservado para otra parte de esta obra, prueba que la humanidad puede solamente aspirar al conocimiento

parcial, aunque cada vez más profundo, de las leyes generales del Universo. Trátase pues aquí, de pintar el conjunto de los resultados adquiridos, dentro del punto de vista de la actualidad, en cuanto á la medida y los límites, como en lo tocante á la estension de este cuadro. Ahora bien: cuando se habla de los movimientos y de las transformaciones que se efectúan en el espacio, es el fin principal de nuestras investigaciones *la determinacion numérica de los valores medios* que constituyen la espresion misma de las leyes físicas. Estos *números medios* nos representan lo que hay de constante en los fenómenos variables, lo que hay de fijo en la fluctuacion perpétua de las apariencias. De aquí el que los progresos actuales de la física se manifiesten casi esclusivamente por pesos y medidas, con el objeto de obtener ó de corregir los valores numéricos medios de ciertas magnitudes. Podria, pues, decirse que los números, últimos geroglíficos que aun subsisten en nuestra escritura, son nuevamente para nosotros, pero en una acepcion mucho más lata, lo que antiguamente eran para la escuela itálica: las fuerzas mismas del Cosmos.

Ama el sábio la sencillez de estas relaciones numéricas que espresan las dimensiones del cielo visible, la magnitud de los cuerpos celestes, sus periódicas perturbaciones y los tres elementos del magnetismo terrestre, la presion atmosférica y la cantidad de calórico que el sol irradia en cada una de las estaciones del año sobre todos

los puntos de nuestros continentes ó de nuestros mares; pero esto no bastaría al poeta de la naturaleza, y menos aun á la muchedumbre curiosa que creen á la ciencia contemporánea estraviada en falsos caminos porque no responde ya sino con la duda á una multitud de cuestiones que se creyó en otro tiempo llegarían á entrar en su dominio, cuando no las declara absolutamente insolubles. Preciso es confesarlo: la ciencia actual, bajo una forma más severa, con límites más estrechos, está desprovista de aquel engañoso atractivo de la antigua física, cuyos dogmas y símbolos tan propios eran para perturbar la razon, dando libre curso á las imaginaciones más ardientes. Antes del descubrimiento del Nuevo-Mundo, se creyó percibir por mucho tiempo desde lo alto de las costas de las Canarias ó de las Azores, tierras situadas al Occidente. Era ilusion producida, no por el juego de una refraccion estraordinaria, sino por el anhelo que nos arrastra á penetrar más allá de nuestro alcance. La filosofía natural de los griegos, la física de la edad media y lo mismo la de los últimos siglos ofrecen más de un ejemplo análogo de aquella ilusion del espíritu que se forja, por decirlo así, fantasmas aéreos. Parece como que en los límites de nuestros conocimientos, de igual modo que desde lo alto de las costas de las últimas islas, la vista turbada procura descansar en lejanas regiones; y que luego la tendencia á lo sobrenatural, á lo maravilloso, presta una forma

determinada á cada manifestacion de ese poder de creacion ideal de que el hombre está dotado, ensanchando el dominio de la imaginacion, donde reinan como soberanos los sueños cosmológicos, geonósticos y magnéticos, en pugna constantemente con el dominio de la realidad.

Bajo cualquier aspecto en que quiera considerarse la naturaleza, ya sea como conjunto de séres y de sus desarrollos sucesivos, ya como la fuerza interior del movimiento, ó ya en fin, como el tipo misterioso al que se refieren todas las apariencias, la impresion que produce en nosotros tiene siempre algo de terrestre. Ni aun reconocemos nuestra patria, sino allí donde comienza el reino de la vida orgánica: como si la imágen de la naturaleza se asociase fatalmente en nuestra alma á la de la tierra adornada de sus flores y de sus frutos, animada por las razas innumerables de animales que viven en su superficie. El aspecto del firmamento y la inmensidad de los espacios celestes, forman un cuadro en que la magnitud de las masas, el número de soles diversamente agrupados, y las mismas pálidas nebulosas, pueden bien escitar nuestro asombro ó admiracion; pero no dejamos de sentirnos estraños á esos mundos en que reina una soledad aparente, y que no nos producen la impresion inmediata, por la cual, la vida orgánica nos liga á la tierra. Así vemos, que todas las concepciones físicas del hombre, aun las más modernas, han separado el Cielo de la Tierra como en dos re-

giones, la una superior, inferior la otra.

Si pues para pintar el cuadro de la naturaleza escogiéramos el punto de vista en que nos colocan nuestros sentidos, sería preciso empezar por el suelo que nos soporta; describir el globo terrestre, su forma y sus dimensiones, su densidad y su temperatura creciente hácia el centro; separar las capas superpuestas, tanto fluidas como sólidas; distinguir los continentes de los mares y presentar la vida orgánica desarrollando por do quiera su trama, invadiendo la superficie y poblando las profundidades; dibujar, por fin, el Océano aéreo perpétuamente agitado por sus corrientes, en el fondo del cual surgen como otros tantos bajíos y escollos, las altas cadenas de nuestras montañas coronadas de bosques. Segun este cuadro, cuyos rasgos estarian tomados solo de nuestro globo, alzaríase la vista á los espacies celestes, y la tierra, dominio ya bien conocido de la vida orgánica, vendría á ser entonces considerada como planeta, tomando puesto entre los otros globos, satélites como ella de uno de esos astros inumerables que brillan con luz propia. Esta série de ideas ha trazado la senda á las primeras teorías generales que adoptaron como punto de partida el de nuestras sensaciones; série que casi recordaría la antigua concepcion de una tierra rodeada de todos lados de agua, y como sosteniendo la bóveda celeste; série que empieza en el lugar mismo en que se halla el observador, y parte de lo conocido para ir

á lo desconocido, de lo que nos toca y cerca, para llegar hasta los límites de nuestro alcance. Este es el método fundadamente matemático que se sigue en la esposicion de las teorías astronómicas, cuando se pasa del movimiento aparente de los cuerpos celestes á sus movimientos reales.

Pero si se trata de esponer el conjunto de nuestros conocimientos en lo que tienen de firme y de positivo, y aun de probable actualmente en mayor ó menor grado, sin empeñarse, no obstante, en desarrollar su demostracion, preciso es recurrir á un órden de ideas muy diferente, y sobre todo renunciar al punto de partida terrestre, cuya importancia en la generalidad es esclusivamente relativa al hombre. La tierra no debe ya aparecer en primer término sino como un detalle subordinado al conjunto del cual forma parte, debiendo guardarnos de aminorar el carácter de grandeza de tal concepcion por motivos fundados en la proximidad de ciertos fenómenos particulares, en su influencia más íntima, ó en su más directa utilidad. De aquí, pues, que una descripcion física del mundo, es decir, un cuadro general de la naturaleza, deba empezar por el cielo y no por la tierra; pero á medida que la esfera que abarca la mirada se estreche, veremos aumentarse la riqueza de detalles, completarse las apariencias físicas, y multiplicarse las propiedades específicas de la materia. Desde aquellas regiones en que la sola fuerza cuya existencia nos es dable comprobar es la gravita-

cion, descenderemos gradualmente hasta nuestro planeta, y penetraremos al fin en el mecanismo complicado de las fuerzas que reinan en su superficie. El método descriptivo que acabo de bosquejar, es el inverso del que suministró los materiales: el primero enumera y clasifica lo que el segundo ha demostrado.

El hombre se pone en relacion con la naturaleza por medio de sus órganos. Así la existencia de la materia en las profundidades del cielo, se nos revela por los fenómenos luminosos; y puede decirse que la vista es el órgano de la contemplacion del Universo, y que el descubrimiento de la vision telescópica, que data apenas dos siglos y medio, ha dotado á las generaciones actuales de una potencia de la cual todavía se ignoran los límites.

De las consideraciones que forman la ciencia del Cosmos, las primeras y más generales tratan de la distribucion de la materia en los espacios, ó de la creacion, empleando la palabra que sirve de ordinario para designar el conjunto actual de los séres y los desarrollos sucesivos cuyo gérmen contienen aquellos. Y ante todo, veremos la materia, ya condensada en globos de magnitudes y de densidades muy diversas, animados de un doble movimiento de rotacion y de traslacion; ya diseminada en el espacio bajo la forma de nebulosidades fosforescentes.

Consideremos en primer lugar la materia cósmica esparcida en el cielo bajo formas más ó me-

nos determinadas, y en todos los estados posibles de agregacion. Cuando las nebulosas tienen cortas dimensiones aparentes, presentan el aspecto de pequeños discos circulares ó elípticos, ya aislados, ya pareados, y reunidos entonces alguna vez por un pequeño filete luminoso. Bajo mayores diámetros, la materia nebulosa toma las formas más variadas: envia lejos en el espacio numerosas ramificaciones; se estiende en abanico, ó bien afecta la figura anular de contornos claramente determinados, con un espacio central oscuro. Créese que estas nebulosas sufren gradualmente cambios de forma, segun que la materia, obedeciendo á las leyes de la gravitacion, se condense alrededor de uno ó de muchos centros. Cerca de 2,500 de estas nebulosas que no han podido resolver en estrellas los más poderosos telescopios, están ya clasificadas y determinadas relativamente á los lugares que ocupan en el cielo.

En presencia de este desarrollo genesiaco, de estas formaciones perpétuamente progresivas que se efectuan en los espacios celestes, el observador filósofo no puede menos de establecer una cierta analogía entre estos grandes fenómenos y los de la vida orgánica; de igual modo que vemos en nuestros bosques árboles de la misma especie que han llegado á todos los grados posibles de crecimiento, tambien pueden reconocerse en la inmensidad de los campos celestes las diversas fases de la formacion gradual de las es-

trellas. Esta condensacion progresiva, enseñada por Anaximenes, y con él toda la escuela jónica, parece como que se desarrolla simultáneamente á nuestros ojos. Preciso es reconocer que la tendencia casi adivinadora de estas investigaciones y de estos esfuerzos del espíritu ha ofrecido siempre á la imaginacion el más poderoso atractivo (31); pero lo que debe cautivarnos más en el estudio de la vida y de las fuerzas que animan al Universo, no es tanto el conocimiento de los séres en su esencia, como el de la ley de su desarollo, es decir, la sucesion de formas que revisten; pues por lo tocante al acto mismo de la creacion, al orígen de las cosas considerado como la transicion de la nada al sér, ni la esperiencia ni el razonamiento pueden darnos ninguna idea.

No se han limitado los astrónomos á comprobar en las nebulosas diversas fases de formacion, segun los grados de su condensacion más ó menos marcada hácia el centro; sino que han creido tambien poder deducir inmediatamente de las observaciones hechas en diferentes épocas, que se han verificado cambios efectivos en la nebulosa de Andrómeda, en la del navío Argos y en los filamentos aislados pertenecientes á la nebulosa de Orion; pero la desigual potencia de los instrumentos empleados en estas diferentes épocas, las variaciones de nuestra atmósfera y otras influencias de naturaleza óptica, nos autorizan á dudar de una parte de aquellos resultados,

cuando se los considera como términos de comparacion legados por la historia de los cielos.

No deben confundirse las *manchas nebulosas* propiamente dichas, de formas tan variadas, y diferente brillo, cuya materia sin cesar concentrada acabará quizás por condensarse en estrellas, ni tampoco las *nebulosas planetarias*, que emiten desde todos los puntos de sus discos un tanto ovalados una luz suave y uniforme, con las llamadas *estrellas nebulosas*. No se trata aquí de un efecto de proyeccion puramente fortuito, antes al contrario, la materia fosforescente, la nebulosidad, forma un todo con la estrella á que rodea. A juzgar por su diámetro aparente, generalmente considerable, y por la distancia á que brillan las nebulosas planetarias y las estrellas nebulosas, estas dos variedades deben tener enormes dimensiones. Resulta de nuevas consideraciones estremadamente ingeniosas acerca de los diversos efectos que puede producir el alejamiento en el brillo de un disco luminoso de diámetro apreciable y en el de un punto aislado, que las nebulosas planetarias son probablemente estrellas nebulosas, en las cuales toda diferencia de brillo entre la estrella central y la atmósfera que la rodea ha desaparecido, aun para la vista auxiliada de los más poderosos telescopios.

Las magníficas zonas del cielo austral comprendidas entre los paralelos de los grados 50 y 80, son las más ricas en estrellas nebulosas y

en conjuntos de nebulosidades irreductibles. De las dos nubes magallánicas que giran alrededor del polo austral, de ese polo tan pobre en estrellas que asemeja comarca devastada, la mayor parece ser, segun investigacionnes recientes (32) «una sorprendente aglomeracion de masas esféricas de estrellas mayores ó menores, y de nebulosas irreductibles, cuyo brillo general ilumina el campo de la division y forma como el fondo del cuadro.» El aspecto de estas nubes, la brillante constelacion del navío Argos, la via láctea que se estiende entre el Escorpion, el Centauro y la Cruz, y aun me atrevo á decir, el aspecto tan pintoresco de todo el cielo austral, han producido en mi alma una impresion que no se borrará jamás.

La luz zodiacal que se eleva sobre el horizonte como resplandeciente pirámide, y cuyo dulce brillo constituye el eterno adorno de las noches intertropicales, es probablemente una gran nebulosa anular que gira entre la órbita de Marte y la de la tierra; porque no es admisible la opinion de los que creen ver en ella la capa esterior de la misma atmósfera del sol. A más de estas nebulosidades, de estas nubes luminosas de formas determinadas, observaciones exactas tienden á comprobar la existencia de una materia infinitamente ténue, que no tiene probablemente luz propia, pero que se revela por la resistencia que opone al movimiento del cometa de Encke (y quizás tambien á los de Biela y Fa-

ye) y por la disminucion que hace esperimentar á su escentricidad y á la duracion de sus revoluciones. Esta materia etérea ó cósmica, flotante en el espacio, parece como animada de movimiento; y á pesar de su tenuidad originaria, podemos suponerla sometida á las leyes de la gravitacion, y más condensada, por consiguiente en los alrededores de la enorme masa del sol; debiendo admitirse, en fin, que se renueva y aumenta há muchos miles de siglos, por las materias gaseiformes que las colas de los cometas abandonan en el espacio.

Despues de haber considerado así la variedad de formas que reviste la materia diseminada en los espacios infinitos de los cielos (33) ya sea que se estienda sin límites ni contornos en forma de éter cósmico, ó que primitivamente haya estado condensada en nebulosas, preciso es fijar nuestra atencion ahora en la parte sólida del Universo, es decir, en la materia aglomerada en esos globos que esclusivamente designamos con el nombre de astros ó mundos estelares. Todavía aquí encontramos diversos grados de agregacion y de densidad, y nuestro propio sistema solar reproduce todos los términos de la série de los pesos específicos (relacion de volúmen á la masa) que nos han hecho familiares las sustancias terrestres. Cuando se comparan los planetas desde Mercurio hasta Marte al Sol y á Júpiter, y estos dos últimos astros á Saturno, menos denso aun, se llega por una progresion de-

creciente desde el peso específico del antimonio metálico hasta el de la miel, el del agua y el del abeto. Además, la densidad de los cometas es tan débil, que la luz de las estrellas lo atraviesa sin refraccion, aun por la parte más compacta que se llama habitualmente *cebeza* ó núcleo; quizás no hay cometa alguno cuya masa equivalga á 0,005 de la de la tierra. Señalemos en este lugar lo que aparece como más sorprendente en la diversidad de los efectos producidos por las fuerzas cuya accion progresiva ha presidido originariamente á las aglomeraciones de la materia; pues si bien desde el punto de vista general en que nos hemos colocado, hubiéramos podido indicar *á priori* esta variedad indefinida como un resultado posible de la accion combinada de las fuerzas generatrices, hemos creido mejor mostrarla como un hecho real que se desarrolla efectivamente á nuestros ojos en las regiones celestes.

Las concepciones puramente especulativas de Wright, Kant y Lambert acerca de la construccion general de los cielos, han sido establecidas por William Herschell sobre una base más sólida, sobre observaciones y medidas exactísimas. Este grande hombre, tan osado y tan prudente á la vez en sus investigaciones, fué el primero que se atrevió á sondear las profundidades de los cielos, para determinar los límites y la forma de la capa aislada de estrellas de que la tierra es parte, y el primero tambien que intentó apli-

car á esta zona estelar las relaciones de magnitud, de forma y de posicion que le habian sido reveladas por el estudio de las nebulosas más remotas, justificando así el bello epitafio grabado sobre su tumba de Upton. *Cœlorum perrupit claustra*. Lanzado, como *Colon*, á un mar desconocido, descubrió islas y archipiélagos, dejando á las generaciones siguientes el cuidado de determinar su exacta posicion.

Ha sido preciso recurrir á hipótesis más ó menos verosímiles acerca de las verdaderas magnitudes de las estrellas y su número relativo, es decir, sobre su acumulacion más ó menos marcada en los espacios iguales que circunscribe el campo de un mismo telescopio graduado siempre del propio modo, para evaluar el espesor de las capas ó de las zonas que aquellas constituyen. Es tambien imposible atribuir á estos datos, cuando se trata de deducir de ellos las particularidades de la estructura de los cielos, el mismo grado de certeza á que se ha llegado en el estudio de los fenómenos peculiares de nuestro sistema solar, ó en la teoría general de los movimientos aparentes y reales de los cuerpos celestes, ó en la determinacion por último, de las revoluciones verificadas por las estrellas componentes de un sistema binario alrededor de su centro comun de gravedad. Esta parte de la ciencia del Cosmos, se asemeja á las épocas fabulosas ó mitológicas de la historia: la una como las otras se remontan en efecto á ese incierto crepúsculo en que

van á perderse los orígenes de los tiempos históricos y los límites del espacio, más allá de los cuales no alcanzan nuestras medidas. La evidencia, á tal altura, empieza á desaparecer de nuestras concepciones, y todo convida á la imaginacion á buscar en sí misma una forma y contornos fijos para esas confusas apariencias que amenazan escapar á nuestra investigacion.

Pero volviendo á la comparacion que ya hemos indicado, entre la bóveda celeste y un mar sembrado de islas y archipiélagos, ella nos ayudará á comprender mejor los diversos modos de distribucion de los grupos aislados que forma la materia cósmica; de las nebulosas irresolubles condensadas alrededor de uno ó de muchos centros, que llevan en sí mismas el signo de su antigüedad; y de las agregaciones de estrellas ó de los grupos esporádicos distintos que presentan rasgos de una formacion más reciente. La reunion de estrellas de que nosotros hacemos parte y que podríamos llamar en este sentido una isla del Universo, constituye una capa aplanada, lenticular, aislada por todas partes; y se estima que su eje mayor es igual á setecientas ú ochocientas veces la distancia de Sirio á la Tierra, y el eje menor á unas ciento cincuenta. Para formar idea de la magnitud absoluta de la unidad de que se trata, puede suponerse que la paralaje de Sirio no escede á la de la estrella brillante del Centauro (0", 9128); en cuyo caso la luz emplearía tres años en recorrer la distancia que

nos separa de Sirio; pues segun los admirables trabajos de Bessel sobre la paralaje de la estrella 61 del Cisne (0", 3483) (34), estrella que por su movimiento considerable propio, hace sospechar su proximidad, un rayo luminoso que partiera de este astro no podria llegar hasta nosotros sino despues de nueve años y tres meses.

Nuestro grupo de estrellas, cuyo espesor es relativamente poco considerable se divide en dos ramas á un tercio próximamente de su estension; créese que el sistema solar está situado en él escéntricamente, no lejos del punto de division, más cerca de la region en que brilla Sirio que de la constelacion del Aguila, y casi en medio de la capa en el sentido de su espesor.

Ya hemos dicho más arriba que midiendo sistemáticamente el cielo y contando las estrellas contenidas en el campo invariable de un telescopio dirigido sucesivamente hácia todas las regiones del espacio, es como se ha llegado á fijar la situacion de nuestro sistema solar, y á determinar la forma y las dimensiones del conjunto lenticular de estrellas de que hace parte. En efecto, si el número más ó menos grande de estrellas contenidas en espacios iguales, varia en razon del espesor mismo de la capa á cada direccion, este número debe darnos la longitud del rayo visual, sonda atrevidamente arrojada á las profundidades del cielo, cuando el rayo hiere el fondo de la capa estelar ó más bien á su límite esterior, porque no tienen aplicacion aquí las ideas

de alto ni de bajo. En sentido del eje mayor de la capa, debe el rayo visual encontrar las estrellas escalonadas siguiendo esta direccion, en mucho mayor número que por cualquier otra parte; en efecto, las estrellas están fuertemente condensadas en estas regiones y como reunidas en un matiz general que puede compararse á un polvo luminoso. Su conjunto señala en la bóveda celeste una zona que parece envolverla por completo. Esta zona estrecha, cuyo brillo desigual se vé interrumpido á trechos por espacios oscuros, sigue con algunos grados de diferencia la direccion de un círculo máximo de la esfera, porque nosotros venimos á estar colocados cerca del medio de la capa de estrellas, y en el plano mismo de la via láctea, que es su perspectiva. Si nuestro sistema planetario se encontrase situado á una gran distancia de ese conjunto de estrellas, la via láctea nos ofreceria la apariencia de un anillo; á una distancia aun mayor, apareceria en el telescopio como una nebulosa irreductible terminada por un contorno circular.

Entre todos los astros que brillan con luz propia, tenidos largo tiempo por fijos, aunque equivocadamente, puesto que de contínuo cambia su posicion, entre esos astros que forman nuestra isla en el Océano de los mundos, el Sol es el único que observaciones reales nos permiten reconocer como centro de los movimientos de un sistema secundario compuesto de planetas, de co-

metas y de asteroides análogos á nuestros aerolitos. Las estrellas dobles ó múltiples no pueden ser asimiladas por completo á nuestro sistema planetario, ni por la dependencia de los movimientos relativos, ni por las apariencias luminosas. Ciertamente, los astros que brillan con una luz propia, y forman estas asociaciones binarias ó más complejas, giran tambien alrededor de su centro comun de gravedad, y quizás arrastren cortejos de planetas y de lunas cuya existencia no pueden revelarnos nuestros telescopios: pero el centro de sus movimientos se encuentra en un espacio vacío, ó lleno únicamente de materia cósmica, mientras que en el sistema solar, este mismo centro está situado en el interior de un cuerpo visible. Si, esto no obstante, queremos considerar como estrellas dobles el Sol y la Tierra, ó la Tierra y la Luna, y si tratamos de asimilar el conjunto de los planetas á un sistema múltiple, será necesario restringir á solo los movimientos, la analogía que entrañan estas denominaciones; porque puede admitirse la universalidad de las leyes de la gravitacion; pero todo lo que se refiere á las apariencias luminosas, deberá ser escluido de esta aproximacion ó comparacion.

Colocados en el punto de vista general que nos habia impuesto la naturaleza misma de nuestra obra, podemos examinar ahora nuestro sistema solar bajo un doble aspecto: estudiaremos primero, en las diversas clases que en él

pueden distinguirse, los caractéres generales de magnitud, figura, densidad y situacion relativa; trataremos en seguida de las relaciones que parecen unir este conjunto á las demás partes de nuestra zona estrellada; con lo cual se indica bastante el movimiento propio del Sol mismo.

En el estado actual de la ciencia, nuestro sistema solar se compone de once planetas principales, diez y ocho lunas ó satélites, y multitud de cometas, entre los cuales hay algunos que constantemente permanecen en los estrechos límites del mundo de los planetas, y por esto llevan el nombre de cometas planetarios. Podemos segun todas las probabilidades añadir al cortejo de nuestro Sol y colocar en la esfera donde se ejerce inmediatamente su accion central, primeramente un anillo de materia nebulosa, animado de un movimiento de rotacion, probablemente situado entre la órbita de Marte y la de Vénus, por lo menos sabemos de cierto que se estiende más allá de la de la Tierra (35), y al cual se debe esa apariencia luminosa de forma de pirámide, conocida con el nombre de luz zodiacal; forman parte asimismo del sistema solar una multitud de asteroides escesivamente pequeños, cuyas órbitas cortan la de la Tierra ó se separan muy poco de ella, y por los cuales se esplican las apariciones de estrellas errantes y la caida de aerolitos. Cuando consideramos estas formaciones tan complejas, los astros numerosos que giran alrededor del Sol en elipses

más ó menos escéntricas, sin tratar de esplicar, como el inmortal autor de la *Mecánica celeste*, el orígen de la mayor parte de los cometas, por medio de porciones de materia desligadas de las nebulosas, y errantes de un mundo al otro (36), preciso es reconocer que los planetas con sus satélites no forman sino una muy pequeña parte del sistema solar, si se atiende al número y no á las masas.

Háse supuesto que los planetas telescópicos, Vesta, Juno, Céres y Palas, forman una especie de grupo intermedio, y que sus órbitas, tan estrechamente enlazadas, tan inclinadas, tan escéntricas, determinan en el espacio una zona de separacion entre los planetas interiores, Mercurio, Vénus, la Tierra, Marte, y la region de los planetas esteriores Júpiter, Saturno y Urano (37). Estas dos regiones presentan con efecto, los más sorprendentes contrastes. Los planetas interiores más próximos al Sol, son de magnitud media y densidad considerable; giran lentamente sobre sí mismos en tiempos casi iguales (veinte y cuatro horas próximamente), son poco aplanados, y, salvo la Tierra, están desprovistos totalmente de satélites; los planetas esteriores son de mucha mayor magnitud y cinco veces menos densos; su rotacion es por lo menos dos veces más rápida, su aplanamiento más marcado, y el número de sus satélites comparado con el de los planetas inferiores está en la relacion de diez y siete á uno, si es que Urano

posee efectivamente las seis lunas que se le atribuyen.

Pero las consideraciones de donde hemos deducido los caractéres generales de estos dos grupos no pueden estenderse con igual grado de exactitud á cada uno de los planetas en particular, y no es fácil comparar así, una á una, las distancias al centro comun de los movimientos con las magnitudes absolutas, las densidades con el tiempo de la rotacion, ni las escentricidades y la mútua inclinacion de las órbitas con los ejes máximos. No conocemos relacion necesaria entre los seis elementos que acabamos de enumerar y las distancias medias, é ignoramos si existe entre aquellas diversas magnitudes alguna ley de la Mecánica celeste, análoga por ejemplo, á la que relaciona los cuadrados de los tiempos periódicos á los cubos de los ejes máximos. Marte está más lejano del Sol que Vénus y que la Tierra, y es sin embargo más pequeño, y de todos los planetas de antiguo conocidos, del que difiere menos en cuanto al diámetro es de Mercurio, el planeta más próximo al Sol. Saturno es más pequeño que Júpiter; pero es mucho mayor que Urano. Más aun: á la zona de los planetas telescópicos sucede inmediatamente Júpiter, el más poderoso de todos los astros secundarios de nuestro sistema; y sin embargo, la superficie de aquellos asteroides, cuyo diámetro por su pequeñez escapa casi á nuestras mediciones, escede apenas en el duplo á la

de Francia, Madagascar ó Borneo. Por sorprendente que pueda ser la densidad tan estraordinariamente débil de esos colosos planetarios que gravitan hácia el Sol en los confines de nuestro mundo, todavía, sin embargo, se echa tambien aquí de menos la regularidad en la série decreciente (38); pues Urano parece ser más denso que Saturno, aun admitiendo la masa calculada por Lamont, 1|24605, que es el más pequeño; y á pesar de la escasa diferencia que se observa en las densidades del grupo de los planetas más próximos al Sol (39), encontramos de una y otra parte de la Tierra á Venus y Marte, que son los dos menos densos que nuestro planeta. En cuanto á la duracion de la rotacion, no hay duda que disminuye á medida que la distancia al Sol aumenta; sin embargo, Marte invierte más tiempo en su rotacion que la Tierra, y Saturno más que Júpiter. Las escentricidades mayores pertenecen á las eclipses que describen Juno, Palas, y Mercurio, y las menores son las de Vénus y la Tierra, dos planetas que se suceden sin embargo en el órden de las distancias. Mercurio y Vénus nos ofrecen èxactamente el mismo contraste que los cuatro planetas menores, porque las escentricidades poco diferentes de Juno y de Palas son triples que las de Céres y de Vesta. Anomalías semejantes se nos presentan cuando consideramos la inclinacion de las órbitas sobre el plano de la eclíptica, y la posicion relativa de los ejes de rotacion; ele-

mentos que influyen, de muy distinta manera que la escentricidad, en los climas, en la estension del año y en la duracion variable de los dias. Las eclipses más prolongadas, las que recorren Juno, Palas y Mercurio, son tambien las más inclinadas sobre la eclíptica, aunque en relaciones muy diferentes: la inclinacion de la órbita de Palas, á la que no se encuentran otras análogas sino entre los cometas, es próximamente veintiseis veces mayor que la de Júpiter; mientras que la del planeta menor Vesta, no obstante su proximidad á Palas, apenas escede del séstuplo del mismo ángulo. No se ha obtenido mejor éxito en el propósito de formar una série regular con las posiciones de los ejes de rotacion de los cuatro ó cinco planetas, respecto de los cuales este elemento ha podido determinarse con exactitud. En lo tocante á Urano, á juzgar por la posicion de los planos de los dos únicos satélites que de nuevo han sido observados recientemente, la inclinacion de su eje de rotacion sobre el plano de su órbita apenas llegará 11°; de suerte que Saturno se encuentra así colocado bajo este respecto entre Júpiter, cuyo eje de rotacion es casi perpendicular al plano de su órbita, y Urano.

Parece resultar de la enumeracion de estas irregularidades, que el mundo de las formaciones celestes debe ser aceptado como un hecho, como un dato natural que se oculta á las especulaciones del espíritu, por la carencia de todo

enlace visible entre la causa y el efecto. En otros términos; las relaciones de magnitud absoluta y de posicion relativa de los ejes, las razones en que están las densidades en el sistema planetario, las duraciones de rotacion, y las escentricidades, son cosas que no nos parecen más ni menos necesarias en la naturaleza que la distribucion de las aguas y de las tierras en la superficie de nuestro globo, los contornos de sus continentes ó la altura de sus cadenas de montañas. Ninguna ley general puede establecerse bajo estas diferentes relaciones, ni en los cielos ni en las desigualdades de las capas terrestres: esos son otros tantos hechos naturales producidos por el conflicto de fuerzas múltiples, que se han movido en otro tiempo en condiciones del todo desconocidas hoy. Ahora bien: en materia de cosmogonía el hombre atribuye á la casualidad lo que no puede esplicar por la accion generatriz de las fuerzas que le son familiares. Con todo, si los planetas se han formado por la condensacion progresiva de anillos de materias gaseosas, concéntricas al Sol, las densidades, las temperaturas, las tensiones magnéticas desiguales de estos anillos, justifican las diferencias actuales de forma y de magnitud, asi como las velocidades primitivas de rotacion, y pequeñas variaciones en la direccion del movimiento, pueden darnos cuenta de las inclinaciones y de las escentricidades. Por otra parte, las atracciones de las masas y las leyes de la

gravedad, debieron de jugar aquí su papel, como en los solevantamientos que produjeron las irregularidades de la superficie terrestre; aunque es imposible deducir del estado actual de las cosas la série entera de las variaciones que han debido recorrer antes de llegar á él. En cuanto á la ley bien conocida por la que se han querido relacionar las distancias de los planetas al Sol, háse demostrado su inexactitud numéricamente respecto de los intérvalos que separan á Mercurio, Vénus, y la Tierra de aquel astro, dado que por otra parte no estuviese, como lo está, en contradiccion manifiesta con la nocion misma de série, á causa del primer término que en ella se supone.

Los once planetas principales que hoy componen el sistema solar, van acompañados en sus movimientos por catorce planetas secundarios *(lunas ó satélites)* cuya existencia es incontestable; número que se elevaría á diez y ocho si se tuviesen en cuenta cuatro satélites cuya realidad no está bien determinada. Asi, pues, los planetas principales son á su vez los centros de los movimientos de sistemas subordinados. Evidentemente, la naturaleza ha procedido en las formaciones celestes como en el reino de la vida orgánica, donde tan frecuente es que las clases secundarias reproduzcan los tipos primitivos alrededor de los cuales vienen á agruparse los animales y los vegetales. Los satélites son más numerosos hácia las regiones estremas del mun-

do planetario, más allá de las órbitas, tan íntimamente ligadas, de los planetas que se llaman menores. Pero los planetas del lado opuesto están desprovistos de lunas, escepto la Tierra, cuyo satélite es proporcionalmente desmesurado, como que su diámetro equivale á la cuarta parte del de nuestro globo, siendo así que el mayor satélite conocido, la sesta luna de Saturno, es linealmente diez y siete veces más pequeño que este último astro. Los planetas más apartados del Sol, los mayores, los menos densos y más aplanados, son precisamente los que poseen mayor número de satélites. Ni el mismo Urano forma escepcion de esta regla bajo ningun concepto, pues su aplanamiento, determinado por las nuevas investigaciones de Mædler, escede en 1[10 al de todos los demás planetas. Pero en aquellos lejanos sistemas, la diferencia de diámetros y de masas entre los satélites y el astro central, es mucho más pronunciada que en el sistema análogo formado por la Tierra y la Luna (40), que distan entre sí 38,400 miríametros (51,800 millas geográficas). Las relaciones de densidad son tambien en todo diferentes; porque la densidad de la Luna es 5[9 de la de la Tierra; al paso que el segundo satélite de Júpiter parece más denso que su planeta central, si es permitido prestar siempre una entera confianza á determinaciones tan delicadas como lo son las de las masas y volúmenes de aquellos satélites.

De entre todos estos sistemas secundarios, al menos entre aquellos cuya teoría ofrece un cierto grado de exactitud, el más singular es seguramente el mundo de Saturno, en el cual se encuentran reunidos los casos estremos por lo tocante á las magnitudes absolutas y distancias de los satélites al planeta central. Asi, pues, el sesto y sétimo satélite de Saturno son enormes, de volúmen muy superior al de todos los de Júpiter, y principalmente el sesto que quizás difiera poco de Marte, cuyo diámetro es precisamente el doble del diámetro de nuestra Luna; mientras que por el contrario, los dos satélites más próximos á Saturno, que descubrió en 1787 William Herschell con el auxilio de su telescopio de 40 pies, y más tarde observados á duras penas por John Herschell en el Cabo de Buena-Esperanza, por Vico en Roma, y por Lamont en Munich, son, juntamente, con los satélites de Urano, los astros más pequeños y los menos visibles de todo nuestro sistema solar; los telescopios más graduados no bastarian si además no se saben escoger las circunstancias más favorables para observarlos. Por otra parte, los discos aparentes de todos estos satélites, son tan estremadamente pequeños, que la determinacion de sus dimensiones reales no puede obtenerse sino por medidas micrométricas, que ofrecen todo género de dificultades; felizmente la astronomía calculadora, que representa por números los movimientos de los astros, tales como

se aparecen al observador colocado en la tierra, tiene menos necesidad de conocer con exactitud los volúmenes, que las masas y las distancias.

De todos estos planetas secundarios, el sétimo satélite de Saturno es el que más se aparta de su planeta central. Dista de él unos 333,000 miriámetros próximamente; casi el décuplo que la Luna de la Tierra. El último satélite de Júpiter está á 19,300 miriámetros de su planeta central; verdad es que el sesto de Urano, distaria 252,000 miriámetros, si estuviera bien comprobada su existencia. Para acabar de poner de relieve estos singulares contrastes, comparemos ahora el volúmen de cada planeta central con las dimensiones de la órbita que recorre su último satélite. Las distancias de los últimos satélites de Júpiter, Saturno y Urano, espresadas en radios de sus planetas centrales respectivos, son entre sí como 91, 64 y 27; en cuyo caso el sétimo satélite de Saturno apenas dista del centro de este planeta, lo que la Luna del centro de la Tierra, pues la diferencia no escederá de 1/15. El satélite más aproximado á su planeta central es sin duda el primero de Saturno, que nos ofrece además el ejemplo único de una revolucion entera verificada en menos de veinticuatro horas. Su distancia, espresada en semidiámetros de Saturno, es de 2,47, segun Mædler, que vienen á ser 14,857 miriámetros, reduciríase á 8,808 miriámetros si se la contase á partir de la superficie de Saturno, y á 912 miriá-

metros desde el borde esterior del anillo: distancia bien pequeña, de la cual se comprende que pueda un viajero darse exacta idea, si se recuerda la asercion del atrevido navegante Beechey, que dice haber recorrido 18,200 millas geográficas (13,500 miriámetros) en tres años. Por último, si en lugar de comparar entre sí las distancias absolutas, continuamos evaluándolas en radios de cada planeta central, hallaremos que la distancia del cuarto satélite de Júpiter al centro de este planeta (distancia que escede en realidad 4,800 miriámetros de la que hay de la Luna á la Tierra) se reduce á seis semidiámetros de Júpiter, en tanto que la Luna dista de nosotros 60 1|3 radios terrestres.

Por lo demás, las relaciones mútuas de los satélites entre sí y con sus planetas centrales, prueban que estos mundos secundarios estan sometidos á las leyes de la gravitacion que rigen los movimientos de los planetas alrededor del Sol, Del mismo modo que estos, los doce satélites de Saturno, de Júpiter y de la Tierra se mueven de Occidente á Oriente, en elipses que se diferencian poco del círculo. La Luna y el primer satélite de Saturno, cuya escentricidad es de 0,068, son los únicos de órbita más elíptica que la de Júpiter. La órbita del sesto satélite de Saturno, que ha sido calculada con bastante exactitud por Bessel, ofrece una escentricidad de 0,029, superior por consiguiente á la de la Tierra. En los confines del mundo pla-

netario, en aquellas regiones apartadas de nosotros 19 radios de la órbita terrestre, en donde la fuerza central del Sol se halla notablemente debilitada, el sistema de los satélites de Urano presenta anomalías verdaderamente raras. Mientras que los demás satélites recorren, como los planetas, órbitas poco inclinadas sobre el plano de la eclíptica y se mueven de Occidente á Oriente, sin esceptuar el anillo de Saturno que podria asimilarse á una agregacion de satélites confundidos entre sí, ó invariablemente ligados, los satélites de Urano por el contrario, se mueven del Este al Oeste y en planos situados casi perpendicularmente á la eclíptica. Las observaciones que sir John Herschell ha hecho durante muchos años, confirman plenamente estas singularidades. Si los planetas y sus satélites se han formado por la condensacion de las atmósferas primitivas del Sol y de los planetas principales; si estas atmósferas se han dividido sucesivamente en anillos fluidos animados por un movimiento de rotacion, preciso es que se hayan producido de una manera desconocida efectos de retraso ó de reaccion muy enérgicos, en los anillos de Urano, para que los movimientos del segundo y cuarto satélite se efectúen en sentido inverso á la rotacion del planeta central.

Es casi seguro, que cada satélite da una vuelta completa sobre su eje en el mismo tiempo que emplea en su revolucion sideral alrededor del planeta á quien sigue; de donde se de-

duce que el satélite debe siempre presentar la misma cara al planeta. En realidad, estos dos períodos no pueden ser rigorosamente idénticos, por razon de las desigualdades periódicas de la revolucion sideral; tal es la principal causa de la oscilacion aparente, es decir, de una especie de balanceo que en nuestra Luna llega á muchos grados de longitud y latitud. Asi es como decubrimos sucesivamente algo más de la mitad de la superficie de nuestro satélite, hallándose la parte nuevamente visible, ya al Este, ya al Oeste del disco aparente. Estos pequeños movimientos oscilatorios, y otros del mismo género que se manifiestan hácia los polos, dejan ver mejor en ciertas épocas partes interesantes, tales como el circo de Malapert que oculta á veces el polo austral de la Luna, las regiones árticas que rodean el cráter de Gioja, y la gran llanura parduska, situada cerca de Endimion, cuya estension escede á la del *Mare vaporum* (41). Sin embargo, los 3[7 de la superficie total de la Luna escapan á nuestras miradas y quedaran ocultos para nosotros eternamente, salva la intervencion poco probable de nuevas fuerzas perturbadoras. La contemplacion de estas grandiosas leyes del mundo material convida al espíritu á buscar alguna analogía en el mundo de la inteligencia, y se piensa entonces en esas regiones inaccesibles donde la naturaleza ha sepultado el misterio de sus creaciones, cuyo destino parece ser el de quedar ignoradas para siempre,

bien que de siglo en siglo la naturaleza nos las haya enseñado en partes muy pequeñas, de que el hombre ha podido recoger una verdad más, á veces una ilusion.

Hasta aquí hemos considerado como productos de una velocidad originaria, y como unidos entre sí por el lazo poderoso de una atraccion recíproca, primeramente á los planetas, despues á los satélites y á los anillos concéntricos en forma de arco no interrumpido, de que nos ofrece ejemplo uno de los planetas más lejanos. Réstanos aun señalar otros cuerpos que se mueven tambien alrededor del Sol, cuya luz reflejan, y sea en primer lugar del innumerable enjambre de los cometas. Cuando inquirimos segun las reglas del cálculo de las probabilidades la distribucion uniforme de las órbitas de estos astros, los límites de sus más cortas distancias al Sol y la posibilidad de que escapen á las miradas de los habitantes de la tierra llegamos á asignarles un número cuya enormidad admira. Ya Keplero decia, con aquella vivacidad de espresion que poseia en tan alto grado. «Más cometas hay en el cielo que peces en el Océano.» Y sin embargo, el número de las órbitas calculadas hasta hoy apenas llega á 150, si bien es cierto que se evalúa en seis ó setecientos el número de cometas cuya aparicion y curso á través de las constelaciones conocidas se hallan comprobados en documentos más ó menos auténticos. Mientras que los pueblos clásicos del Occidente, los

Griegos y los Romanos, se limitaban á indicar de cuando en cuando el lugar del cielo en que un cometa aparecia, sin precisar jamás su trayectoria aparente, los Chinos, por el contrario, observaban y anotaban con cuidado todos estos fenómenos, de suerte que sus ricos anales contienen detalles circunstanciados acerca del camino seguido por cada cometa. Estos documentos se remontan á más de cinco siglos antes de la era cristiana, y los astrónomos sacan aún de ellos útiles resultados (42).

Entre todos los astros de nuestro sistema solar, los cometas, con sus largas colas, á veces de muchos millones de leguas, son los que llenan los mayores espacios con menor cantidad de materia. En efecto, es imposible atribuirles una masa equivalente á 1|5000 de la masa terrestre, cuando menos si se atiende á los únicos datos que se tienen hoy acerca de este punto; y sin embargo, el cono de materias gaseiformes que los cometas proyectan á lo lejos, ha sido algunas veces (en 1680 y en 1811) de longitud igual á la de una línea que se tirase desde la Tierra al Sol; línea inmensa que atraviesa la órbita de Mercurio y la de Vénus. Parece tambien que estas emanaciones han llegado á nuestra atmósfera, y para mezclarse á ella, singularmente en 1819 y en 1823.

Se presentan los cometas bajo aspectos tan diversos, con relacion mas bien á los individuos que á la especie misma, que seria imprudente

generalizar los hechos observados y aplicarlos indistintamente á todas las apariciones de *estas nubes errantes*; nombre que las daban ya Xenophanes y Theon de Alejandría, contemporáneo de Pappus. Los cometas telescópicos están casi siempre desprovistos de cola, y se parecen á las estrellas nebulosas de Herschell, pues presentan el aspecto de nebulosidades redondeadas, de luz pálida y concentrada hácia el medio. Tal es, por lo menos, el tipo más sencillo de la especie; pero no lo señalamos como tipo de un astro naciente, porque puede referirse igualmente á astros antiguos, cuya materia se hubiese volatilizado y diseminado poco á poco en el espacio. Cuando se trata de cometas mayores y más visibles, se distingue en ellos la *cabeza*, *el cuerpo y la cola* simple ó múltiple, á la cual los astrónomos Chinos daban el pintoresco nombre de escoba *(sui)*. En general el núcleo no tiene contornos bien definidos; sin embargo, se han visto algunos tan brillantes como las estrellas de primera ó de segunda magnitud, y aun en pleno dia hasta en la parte del cielo más iluminada por el sol, se distinguieron los núcleos de los grandes cometas que aparecieron en los años 1402, 1532, 1577, 1744 y 1843 (43); hechos notables de donde podria deducirse que la materia de los cometas está á veces condensada y más apta para reflejar la luz solar. Los únicos cometas que han presentado un disco bien determinado en los grandes telescopios de Herschell (44)

son el cometa de 1807 descubierto en Sicilia, y el magnífico de 1811, cuyos discos tenian 1' y 0,77 de diámetro aparente, lo cual dá 100 y 79 miriámetros para los diámetros reales. Los núcleos, de contornos menos claros, de los cometas de 1798 y 1805 no tenian más que cuatro ó cinco miriámetros de diámetro. Los cometas cuya constitucion física fué mejor estudiada, y sobre todo el cometa ya citado de 1811 que permaneció visible tan largo tiempo, presentaron la particularidad notable de que el núcleo no parecia formar cuerpo con la nebulosidad luminosa que le rodeaba, viéndose por todas partes un espacio oscuro que mútuamente los aislaba. Además, la intensidad de la luz, no crecia regularmente del estremo al centro de la cabeza, dibujándose brillantes zonas concéntricas alternando con capas de una nebulosidad más rara y menos reflectantes, y por consiguiente más oscuras. Unas veces la cola es simple, otras es doble, y en este último caso las dos ramas tienen ordinariamente longitudes muy desiguales (1807 y 1843); el cometa de 1744 tenia una cola séstupla cuyos radios estremos formaban un ángulo de 60°. La cola es, además, recta ó curva; en este último caso puede ser cóncava por sus dos bordes esteriores (1811), ó por un solo lado, y entonces la concavidad está dirigida hácia la region que abandona el cometa, á manera de llama obligada á quebrarse por un obstáculo. Finalmente, las colas están siempre opuestas al Sol,

y dirigidas en el sentido de una línea que partiendo de su orígen fuese á parar al centro de aquel astro. Segun Eduardo Biot, esta observacion capital habia sido notada ya en el año 837 por los astrónomos chinos; pero no fué señalada en Europa hasta el siglo XVI por Fracastor y por Pedro Apiano, si bien con mayor exactitud. Muchas de estas apariencias ópticas tan complicadas se esplican de una manera muy sencilla, considerando las emanaciones gaseosas que proyectan á lo lejos los cometas, como atmósferas de forma conoidal de capas múltiples.

Para encontrar diferencias salientes en la forma de estos astros, no es indispensable pasar de un cometa á otro y comparar los cometas desprovistos de apéndice visible con el 3° de 1618, por ejemplo, cuya cola tenia 104° de longitud; porque está fuera de duda que un cometa esperimenta cambios contínuos que se suceden con sorprendente rapidez. Heinsius lo comprobó en San-Petersburgo con el cometa de 1744; pero las observaciones más exactas y decisivas acerca de estas variaciones de forma las hizo Bessel en Kœnigsberg á la última reaparicion del cometa de Halley en 1835. Hácia la parte del núcleo que miraba directamente al Sol se apercibió un apéndice lumircso en forma de borla, cuyos rayos se encorvaban por detrás y venian á confundirse con la cola; «el núcleo del cometa de Halley se parecia con sus efluvios á un cohete volante algun tanto quebrado de cola por el im-

pulso de una brisa ligera.» Arago y yo hemos notado desde el Observatorio de París cambios notables, de una noche á otras en los rayos emitidos por la cabeza del cometa (45). El gran astrónomo de Kœnigsberg ha deducido de sus numerosas medidas y consideraciones teóricas, «que el cono luminoso se alejaba poco á poco de la direccion del radio vector en una cantidad considerable, pero que volvia siempre á la misma direccion para separarse de ella enseguida del lado opuesto; por consiguiente, el cono luminoso y el cuerpo del cometa de donde habia sido proyectado, debian estar animados de un movimiento de rotacion ó más bien de oscilacion en el plano de la órbita. Estas oscilaciones no pueden esplicarse por la atraccion que el Sol ejerce sobre todos los cuerpos pesados, denotan mas bien la existencia de una fuerza polar, es decir, de una accion que pugnase por llevar en direccion del Sol la extremidad de uno de los diámetros del cometa, y por alejar del mismo astro la otra estremidad. La polaridad magnética de la Tierra, ofrece fenómeno análogo; y si el Sol estuviese dotado de la polaridad inversa, el efecto *podria* hacerse sentir en la retrogradacion de los puntos equinocciales.» No es aquí lugar de dar más ámplios desarrollos á este asunto; pero nos ha parecido que observaciones tan memorables (46), consideraciones tan grandiosas acerca de los astros más estraordinarios del sistema solar, merecian tener sitio propio

en el bosquejo de un cuadro general de la naturaleza.

Contra la regla general que siguen las colas de los cometas de hacerse mayores y más brillantes en la proximidad del perihelio, aunque permaneciendo constantemente en direccion opuesta al Sol, el cometa de 1823 ha ofrecido el curioso espectáculo de una cola doble, una de cuyas ramas se contraponia al Sol mientras que la otra se estendia casi rectamente hácia este astro, formando con la primera un ángulo de 160°. ¿No podriamos recurrir para esplicar este fenómeno escepcional, á ciertas modificaciones de la polaridad obrando sucesivamente y provocando esas dos corrientes de materia nebulosa que luego pudieron continuarse libremente? (47) En la filosofía natural de Aristóteles se encuentra una conexion estraña entre la via láctea y los fenómenos que acabamos de describir. Supone el Estagirita que las innumerables estrellas de que está compuesta la vía láctea, forman en el firmamento una zona incandescente (luminosa), como un inmenso cometa cuya materia se renueva sin cesar. (48)

Las ocultaciones de estrellas causadas por el núcleo de un cometa ó por la capa atmosférica que inmediatamente le rodea, nos daria mucha luz sobre la constitucion física de estos notables astros, si existiesen observaciones por cuya virtud hubiéramos podido llegar al convencimiento de que la ocultacion ha sido realmente

central (49); pero esta condicion se obtiene difícilmente, merced á las capas concéntricas de vapores alternativamente densos y raros que rodean el núcleo y de que antes hemos hablado. He aquí, sin embargo, un hecho de esta especie que las medidas llevadas á cabo por Bessel el 29 de Setiembre de 1835, han puesto fuera de toda duda. Una estrella de décima magnitud se hallaba entonces á 7, 78 del centro de la cabeza del cometa de Halley, y su luz debia atravesar una parte bastante densa de la nebulosidad; el rayo luminoso, sin embargo, no se separó en nada de su direccion rectilínea (50). Una carencia tan completa de poder refringente, no permite admitir que la materia de los cometas sea un fluido gaseiforme. ¿Deberemos, pues, recurrir á la hipótesis de un gas casi infinitamente enrarecido, ó bien habremos de suponer que los cometas consistan en moléculas independientes, cuya reunion forma nubes cósmicas desprovistas de la facultad de obrar sobre los rayos luminosos, de igual manera que las nubes de nuestra atmósfera, que no alteran nada las distancias zenitales de los astros que observamos? En cuanto á la disminucion de luz que las estrellas sufren al parecer por la interposicion de la sustancia cometaria, hásele atribuido justamente al fondo iluminado sobre el cual se proyectan entonces sus imágenes.

Debemos á las investigaciones de Arago sobre la polarizacion los datos más importantes y

decisivos acerca de la naturaleza de la luz de los cometas. Su polariscopo le ha servido para resolver los más difíciles problemas, así sobre la constitucion física del Sol como de los cometas. Este instrumento permite en muchas circunstancias, determinar si un rayo de luz, que llega hasta nosotros luego de haber recorrido un espacio cualquiera, es un rayo directo, un rayo reflejado, ó un rayo refractado; y si el manantial de luz de donde emana es un cuerpo sólido, líquido ó gaseíforme. Con ayuda de este aparato, fueron analizadas simultáneamente en el observatorio de París la luz de la Cabra, y la del gran cometa de 1819: la luz de la estrella fija obró como debia esperarse, es decir, como deben hacerlo los rayos emitidos bajo todas las inclinaciones y en todos los azimûts posibles por un sol que brilla con luz propia, mas la luz del cometa apareció polarizada, y tenia por consiguiente luz refleja (51).

La existencia de rayos polarizados en la luz que nos llega de los cometas no ha sido únicamente comprobada por la desigualdad de brillo de dos imágenes, pues de ello nos ha dado una nueva prueba el contraste sorprendente de los colores complementarios, basado en las leyes de la polarizacion cromática descubierta por Arago en 1811. Estas observaciones se renovaron con el mismo resultado en 1835, época de la última aparicion del cometa de Halley. Sin embargo, estos brillantes trabajos no son bastantes para

decidir si de la luz propia de los cometas, no se mezcla nada, á la luz solar que estos astros reflejan; combinacion de la cual ciertos planetas, tal como Vénus, ofrecen un ejemplo bastante probable.

Tampoco es posible atribuir todas las variaciones que se han notado en el brillo de los cometas á sus cambios de posicion relativamente al Sol. Pueden nacer tambien de la condensacion progresiva y de las modificaciones que debe esperimentar el poder reflectante de las materias que los forman. Hevélius descubrió que el núcleo del cometa de 1618 se disminuyó á su paso por el perihelio y se dilataba á medida que el astro alejábase del Sol. Estos hechos notables fueron largo tiempo olvidados, y Val fué quien renovó sus observaciones sobre los cometas de corto período; el hábil astrónomo de Marsella hizo ver con cuanta regularidad decrece el volúmen de los cometas al mismo tiempo que su rádio vector; pero parece bien difícil encontrar la esplicacion de este fenómeno en la accion de un éter cósmico más condensado hácia el Sol, porque entonces sería necesario representarnos la atmósfera de los cometas como una masa gaseosa impenetrable al éter (52).

Merced á la variedad de formas de las órbitas cometarias, la astronomía solar se ha enriquecido en estos últimos tiempos con un brillante descubrimiento. Encke demostró la existencia de un cometa de corto período que no se aparta ja-

más de la region en que se mueven los planetas, y tiene situado el punto de su órbita más lejano del Sol, entre la region de los planetas menores y la de Júpiter. Su escentricidad es de 0,845 (la de Juno, la más fuerte de todas las escentricidades planetarias es de 0,255.) El cometa de Encke se ha presentado á la simple vista, en diferentes ocasiones, especialmente en 1819 en Europa y en 1822 en la Nueva Holanda, donde le vió Rümker, pero siempre con dificultad. El tiempo de su revolucion es próximamente de tres años y medio. Resulta de una comparacion bastante minuciosa entre los pasos sucesivos de este cometa por el perihelio, que los períodos comprendidos entre 1786 y 1838 han disminuido regularmente de revolucion en revolucion, dando una variacion total para los cincuenta y dos años de 1 dia y 8|10. Para armonizar juntamente los cálculos y las observaciones, no ha bastado llevar una cuenta exacta de las perturbaciones planetarias, y ha sido preciso recurrir á una hipótesis, en parte muy verosímil, y suponer que los espacios celestes están llenos de una materia fluida escesivamente ténue, que opone cierta resistencia á los movimientos, disminuye la fuerza tangencial, y tambien por consiguiente, los grandes ejes de las órbitas cometarias. El valor de la *constante* de esta resistencia parece poco diferente antes y después del paso del cometa por su perihelio, quizás á causa de las variaciones de forma que esperimenta entonces esta pequeña nebulosidad,

ó de la densidad variable de las capas formadas por el éter cósmico (53). Estos hechos, así como las teorías que de ellos nacen, son seguramente una de las partes más interesantes de la astronomía moderna. Añadamos que los cálculos de las perturbaciones del cometa de Encke han dado ocasion de someter á una prueba delicada la masa de Júpiter, que juega tan importante papel en la astronomía, y producido una disminucion sensible en los cálculos hechos sobre la de Mercurio.

A este primer cometa de corto período hay que agregar otro, el de 1826, tambien planetario, cuyo afelio está colocado más allá de la órbita de Júpiter, pero más lejos aun de la de Saturno. Este cometa, llamado de Biela, efectúa su revolucion alrededor del Sol en 6 años y 3|4. Es más débil que el de Encke, y se mueve, como este, en el mismo sentido que los planetas, en tanto que el cometa de Halley es retrógrado. Este es el único caso que se ha presentado hasta aquí de un cometa que corta la órbita terrestre, y que podria ocasionar por su encuentro con la Tierra una catástrofe, si es permitido emplear esta voz hablando de un fenómeno desconocido en la historia y cuyas consecuencias escapan á toda apreciacion. Es cierto que pequeñas masas animadas de una velocidad enorme, pueden producir efectos considerables; pero despues de haber probado Laplace que es imposible atribuir al cometa de 1770 ni aun los 5|1000

de la masa de la Tierra, ha calculado con bastantes visos de probabilidad que la masa *media* de los cometas es inferior en 1|100000 de la de la Tierra (próximamente 1|1200 de la masa de la Luna) (54). Sea como quiera, es preciso guardarnos de confundir el encuentro de la Tierra y del cometa de Biela con el paso de este á través de nuestra órbita; paso que se verificó el 29 de octubre de 1832, hallándose la Tierra entonces á una distancia tal de este punto de su órbita, que no llegó á él sino al cabo de un mes entero.

Las órbitas de estos dos cometas de breve período se cortan tambien entre sí, no siendo por lo tanto improbable, atendidas las fuertes perturbaciones á que están sometidos estos pequeños astros, que puedan encontrarse y chocar (55). Si tal acaeciese efectivamente, á mediados de un mes de octubre, los habitantes de la Tierra presenciarían el maravilloso espectáculo del choque de dos cuerpos celestes, ó más bien de su mútua penetracion, tal vez de una aglutinacion que los reuniese en un solo cuerpo, ó quizás tambien los veríamos disiparse completamente en el espacio. Tales consecuencias de la accion perturbadora de las masas preponderantes ó de la situacion relativa de órbitas que se cruzaron siempre, pueden muy bien haberse realizado frecuentemente, há miles de siglos, en la inmensidad de los cielos; estos acontecimientos no dejarían de ser por ello accidentes aislados, sin accion sobre los grandes hechos generales, y sin más influencia que la

erupcion ó la obliteracion que un volcan puede tener en el estrecho dominio que ocupamos.

Un tercer cometa de corto período ha sido descubierto por Faye el 22 de noviembre de 1843 en el Observatorio de París. Su órbita elíptica se acerca más á la forma circular que la de todo otro planeta conocido, y está comprendida entre la órbita de Marte y la órbita de Saturno. El cometa de Faye, que segun los cálculos de Goldsmidt, rebasa en su afelio la region de Júpiter, pertenece al pequeño número de cometas cuyo perihelio está situado más allá de la órbita de Marte. Su período es de siete años 29|100, y la forma actual de su órbita es debida quizás á la accion perturbadora de Júpiter, del cual estuvo muy cerca este cometa hácia fines del año 1839.

Si consideramos á todos los cometas de órbitas elípticas como partes integrantes del mundo solar, y los colocamos por el órden de sus grandes ejes y de sus escentricidades, encontraremos muchos que pueden ponerse inmediatamente despues de los tres cometas planetarios de Encke, Biela y Faye. En primer lugar el cometa descubierto por Messier en 1766, que Clausen mira como idéntico al tercer cometa de 1819; despues, el cuarto cometa de este último año descubierto por Blanpain, y análogo, segun Clausen, al cometa directo de 1743 (este cometa como el de Lexell, han debido esperimentar fuertes perturbaciones por parte de Júpiter). Sus períodos parecen ser de cinco á seis años, y sus afelios caen

en la region de Júpiter. Vienen luego los cometas cuyo período está comprendido entre setenta y seis años; y son: el cometa de Halley, que tan importante papel ha jugado en la teoría y la física del cielo, cuya última reaparicion (1835) fué menos brillante que las precedentes; el cometa de Olbers (6 de Marzo de 1815), y el descubierto por Pons en 1812, cuya órbita elíptica fué calculada por Encke. Estos dos últimos no han sido nunca perceptibles á simple vista. Conocemos actualmente nueve apariciones ciertas del gran cometa de Halley, por los recientes cálculos de Langier, fundados en la nueva tabla de cometas, extractada por Eduardo Biot de los Anales chinos, dejan fuera de toda duda la identidad del cometa de 1378 con el de Halley. (56) De 1378 á 1835, el tiempo de la revolucion del cometa de Halley ha variado de 74,91 á 77,58 años; siendo el período intermedio de 76,1.

Esta clase de cometas contrasta con otro grupo de astros del mismo género, cuyo período siempre incierto y difícil de determinar, abraza muchos miles de años. Tales son entre otros, el bello cometa de 1811, que emplea 3,000 años segun los cálculos de Arlegander, en verificar su revolucion, y el sorprendente de 1680, cuyo tiempo periódico pasa de ochenta y ocho siglos, segun Encke. El primero de estos astros se aleja del Sol ventiun radios de la órbita de Urano, y el otro, cuarenta y cuatro, ó sean respectivamente 6200 y 13000 millones de miriámetros. La

fuerza atractiva del Sol alcanza, pues, aun á estas enormes distancias; pero debe tenerse en cuenta que el cometa de 1680 recorre 393 kilómetros por segundo en su perihelio, cuya velocidad es entonces trece veces mayor que la de la Tierra, al paso que en su afelio se mueve apenas á razon de 3 metros por segundo próximamente; velocidad casi triple de la que llevan los rios de Europa, é igual á la mitad de la que he comprobado en un brazo del Orinoco, el Cassiquiare. Entre los cometas que no han podido calcularse, y en el número inmenso de los que han pasado desapercibidos, deben ciertamente encontrarse algunos cuyo eje mayor exceda bastante del de 1680. Limitándonos á este último, citaremos algunos números por donde pueda formarse idea, no de la estension que abraza la esfera de atraccion de los otros Soles, sino únicamente de la distancia que los separa aun del afelio, ya de por sí tan remoto, de dicho cometa. Segun recientes determinaciones del paralaje de las estrellas más próximas, distan estas del Sol doscientas cincuenta veces más que el afelio del cometa de 1680; porque esta última distancia equivale á cuarenta y cuatro rádios de la órbita de Urano, al paso que la estrella ª de Centáuro está á 11000 rádios de la misma órbita, y la estrella 61° del Cisne á 31000.

Después de habernos ocupado de los casos en que los cometas se alejan más del astro central, réstanos hablar de las más cortas distancias que

hasta ahora han sido medidas. El cometa de Lexell y de Burckhardt (1770), célebre por las fuertes perturbaciones que ha esperimentado del lado de Júpiter, es de todos los conocidos el que se ha acercado más á la Tierra, pues el 28 de junio se hallaba á una distancia tan solo seis veces mayor que la de la Luna. Este mismo cometa atravesó dos veces, á lo que parece (en 1767 y en 1779) el sistema de los cuatro satélites de Júpiter, sin causar ningun trastorno en estos pequeños astros, cuyos movimientos son tan bien conocidos. La distancia del cometa de 1680 al Sol, fué ocho ó nueve veces menor que la del cometa de Lexell á la Tierra, pues el 17 de diciembre, dia de su paso por el perihelio, esta distancia no era más que la sesta parte del diámetro solar que equivale á los 7[10 de la distancia de la Luna. En cuanto á los cometas cuyo perihelio se encuentra más allá de la órbita de Marte, son raramente visibles para los habitantes de la Tierra, á causa de su alejamiento; sin embargo, el cometa de 1729 llegó á su perihelio en la region situada entre las órbitas de Palas y de Júpiter, y fué observado aun más allá de este último planeta.

Desde que los conocimientos científicos, mezclados de algunas nociones imperfectas y confusas, han penetrado más hondamente en la sociedad, háse esta preocupado más que otras veces de la catástrofe de que estamos amenazados por el mundo de los cometas, si bien sus temores han

tomado una direccion menos vaga. La certeza que existe, sin salir del seno mismo de nuestro mundo planetario, de que hay cometas que recorren tras cortos intérvalos las regiones en que la Tierra ejecuta sus movimientos; las perturbaciones considerables que Júpiter y Saturno producen en sus órbitas, perturbaciones cuyo resultado puede ser transformar un astro indiferente en un astro poderoso; el cometa de Biela que corta la órbita de la Tierra; el éter cósmico, cuya resistencia tiende á reducir todas las órbitas; las diferencias individuales de estos astros, que dejan sospechar los grados más diversos en la cantidad de materia de que están formados sus núcleos: tales son actualmente los motivos de nuestras aprensiones, que remplanzan por su número los vagos terrores que han inspirado á los siglos más atrasados, las *espadas inflamadas*, las *estrellas de cabellera* que amenazaban abrazar al mundo en universal incendio.

Los motivos de seguridad, basados en el cálculo de las probabilidades, obran sobre el entendimiento ilustrado por un razonado estudio del asunto, pero no bastarán á producir la conviccion profunda que resulta del asentimiento de todas las fuerzas de nuestra alma; son impotentes para la imaginacion; y no está desprovista de justicia la censura que se ha hecho á la ciencia moderna, de querer ahogar las preocupaciones que ella misma ha despertado. Siempre lo imprevisto, lo estraordinario, darán origen al

temor, jamás á la alegría ni á la esperanza (57); ley secreta de la naturaleza humana que no debe despreciar un investigador reflexivo. En todos los paises y en todas las épocas, el aspecto estraño de un cometa, la pálida claridad de su cabellera, su súbita aparicion en el firmamento, han producido en el ánimo de los pueblos el efecto de una temible fuerza, amenazadora del órden establecido de antiguo en la creacion; y como el fenómeno está limitado á un corto tiempo, afírmase la creencia de que su accion debe ser inmediata, ó por lo menos próxima; ahora bien; los acontecimientos de este mundo ofrecen siempre en su encadenamiento un hecho que puede mirarse como la realizacion de un presagio funesto. Diríase, sin embargo, que las tendencias populares han tomado en nuestra época otra direccion, y han revestido una forma menos sombría; pues vemos que en los graciosos valles del Rhin y del Mosela se atribuye hoy á estos astros, por tan largo tiempo calumniados, una bienhechora influencia sobre la fertilidad de los viñedos. Aunque en nuestra época abundan los cometas, y no han faltado tampoco ejemplos contrarios á este mito meteorológico, nada ha podido quebrantar la nueva creencia de que estos astros errantes nos traen fecundante calor.

Abandono por ahora este asunto para pasar á otra série de fenómenos aun más misteriosos: hablo de esos pequeños asteroides cuyos fragmentos toman el nombre de *piedras meteóricas*

ó de *aereolitos*, al penetrar en nuestra atmósfera. Si entro aquí, como al tratar de los cometas, en detalles que á primera vista pueden parecer estraños al plan de esta obra, no es sino despues de haberlo reflexionado con madurez. He indicado todo lo que tienen de variable y de individual, los caractéres distintivos de estos astros y cómo la ciencia, tan adelantada bajo el aspecto de las medidas y los cálculos, parece atrasada relativamente á la constitucion física de los cometas. Y en efecto, se hace imposible discernir actualmente, en medio de esta gran masa de observaciones más ó menos exactas, qué hechos son generales y especiales, y qué otros accidentales ó particulares. Así las cosas, hemos debido limitarnos á describir los principales caractéres físicos, lo que podríamos llamar las diferencias de fisonomía; á comparar la duracion de las revoluciones; á señalar, en fin, las variaciones estremas, ya en las dimensiones de las órbitas, ya en las distancias á los astros más importantes. En estos fenómenos, como en aquellos de que vamos á hablar, los tipos individuales dominan necesariamente el conjunto del cuadro y para llegar á la realidad es preciso hacer que resalten con más energía los contornos.

Todo induce á creer que las estrellas errantes, los bólides y las piedras meteóricas son pequeños cuerpos que se mueven alrededor del Sol describiendo secciones cónicas, y obedeciendo en un todo, como los planetas, á las leyes genera-

les de la gravitacion. Cuando estos cuerpos llegan á tocar á la Tierra, se hacen luminosos en los límites de nuestra atmósfera, se dividen por lo comun en fragmentos cubiertos de una capa negra y brillante, y caen en un estado de calefaccion más ó menos fuerte. La análisis minuciosa de las observaciones recogidas en ciertas épocas de aparicion periódica que tienen tales cuerpos (en Cumaná en 1799, y en la América del Norte en 1833 y 1834) no permite que se consideren los bólides y las estrellas errantes como fenómenos de distinto órden; pues no solo están frecuentemente mezclados los primeros á las últimas, sino que sus discos aparentes, sus vias luminosas y sus velocidades reales, no ofrecen diferencias de magnitud esenciales. Se ven enormes bólides acompañados de humo y de detonaciones que iluminan el cielo con una luz bastante viva para ser sensible aun en pleno dia (58) bajo el ardiente sol de los trópicos; mas tambien hay estrellas errantes tan pequeñas, que aparecen como otros tantos puntos trazando sobre la bóveda celeste innumerables líneas fosforescentes (59). ¿Pero estos cuerpos brillantes que pueblan el firmamento de chispas estelares, son todos de una misma naturaleza? Cuestion es esta que actualmente no puede contestarse. He vuelto de las zonas equinocciales creyendo, bajo la impresion recibida, que en las llanuras ardientes de los trópicos, y como 5 ó 6 mil metros sobre el nivel del mar, las estrellas errantes son más

frecuentes y de colores más ricos que en las zonas frias ó templadas; pero no es así, y en la pureza y admirable trasparencia de la atmósfera de aquellas regiones es preciso buscar la causa de este fenómeno (60), allí, nuestra mirada penetra más fácilmente las capas de aire que nos rodean. Tambien á la pureza del cielo de Bokhara atribuye Sir Alejandro Burnes «el magnífico espectáculo, renovado sin cesar, de estrellas errantes de vistosos colores» que tuvo ocasion de admirar en aquel pais.

Al brillante fenómeno de los bólides, viene á referirse el de la caida de piedras meteóricas que algunas veces penetran en la tierra hasta 3 y 5 metros de profundidad. La dependencia mútua de estos dos fenómenos se halla establecida por numerosos hechos, y sobre todo por las observaciones muy exactísimas que poseemos acerca de los aerolitos que cayeron en Barbatan, departamento de las Landas (24 de julio de 1790), en Siena (16 de junio de 1794), en Weston en el Connecticut (14 de diciembre de 1807), y en Junenas departamento de la Ardecha (15 de junio de 1821). Estos fenómenos se presentan tambien bajo otro aspecto; estando el cielo sereno, una nubecilla muy oscura aparece en él súbitamente, y en medio de esplosiones semejantes al ruido del cañon, se precipitan á la tierra las masas meteóricas. Algunas veces nubecillas de esta especie, recorren regiones enteras sembrando la superficie de miles de fragmentos muy desiguales pero de naturaleza idéntica.

Háse visto caer tambien, pero más raramente, aerolitos estando el cielo perfectamente sereno, y sin prévia formacion de nube precursora alguna. Se presentó este caso hace algunos meses (15 de setiembre de 1843) cuando cayó el gran aerolito recogido en Kleinwenden, no lejos de Mulhouse, con un ruido semejante al del rayo. Varios hechos establecen, en fin, una íntima analogía entre las estrellas errantes y los bólides que arrojan sobre la tierra piedras meteóricas, porque sucede por lo comun que estos bólides apenas si tienen las dimensiones de las pequeñas estrellas de nuestros fuegos artificiales.

¿Cuál es aquí la fuerza productiva? ¿Cuáles son las acciones físicas ó químicas que juegan en estos fenómenos? ¿Hallaríanse originariamente en el estado gaseoso las moléculas de que se componen estas piedras meteóricas tan compactas, ó simplemente esparcidas como en los cometas, condensándonse en el interior del metéoro en el momento mismo de comenzar á brillar á nuestros ojos? ¿Qué ocurre en esas nubes negras donde truena minutos enteros antes de que los aerolitos se precipiten? ¿Es preciso creer, que las estrellas errantes dejen tambien caer alguna materia campacta, ó es solamente una especie de niebla, de polvo meteórico, compuesto de hierro y nikel (61)? Cuestiones son estas que se hallan aun envueltas en profunda oscuridad; porque si bien se ha medido la espantosa rapidez, la velo-

cidad esencialmente planetaria de las estrellas errantes, de los bólides y de los aerolitos; si es cierto que conocemos el fenómeno en sus generalidades, y hemos podido comprobar cierta uniformidad en sus apariencias, ignoramos de todo punto los antecedentes cósmicos y las trasmutaciones originarias de la sustancia.

Suponiendo que las piedras meteóricas circulen en el espacio formadas ya en masas compactas (de una densidad más débil no obstante, que la densidad media de la Tierra) (62), es necesario admitir que solo constituyen un pequeño núcleo, rodeado de gas ó vapores inflamables, en aquellos enormes bólides cuyos diámetros reales, deducidos de sus alturas y diámetros aparentes, son de 160 y de 850 metros. Las mayores masas meteóricas que conocemos son las de Bahia en el brasil, y la de Otumpa en el Choco, descritas por Rubin de Celis, y que cuentan 2 metros y 2 y medio de longitud. La piedra de Ægos-Potamos, mencionada ya en la crónica de Paros, y tan célebre en la antigüedad, cayó hácia la época del nacimiento de Sócrates; y segun la descripcion que de ella existe, era gruesa como dos veces una rueda de molino, y su peso suficiente para la carga de un carro. Apesar de las inútiles tentativas que hizo el viajero Brown para descubrirla, no renunció á la esperanza de que pueda un dia encontrarse, más de 2300 años despues de su caida, aquella masa meteórica cuya destruccion no me parece admisible; esperanza

tanto más fundada, cuanto que la Tracia es al presente más accesible que nunca á los europeos. A principios del siglo X cayó un aerolito tan colosal en el rio de Narni, que segun aparece de un documento descubierto por Pertz, sobresalia más de una vara sobre el nivel de las aguas. Es preciso consignar aquí, que todas estas masas meteóricas, antiguas ó modernas, deben ser consideradas como los principales fragmentos del núcleo que se ha roto con explosion, ya en el bólide inflamado, ya en la nube oscura; porque cuando considero la enorme velocidad, matemáticamente demostrada, con que se precipitan las piedras meteóricas desde las últimas capas de la atmósfera hasta el suelo, y la corta duracion de su trayecto, no puedo resolverme á creer que un tan pequeño espacio de tiempo haya bastado para condensar una materia gaseiforme, convirtiéndola en un núcleo sólido, metálico, con incrustaciones perfectamente formadas de cristales de olivina, de labrador y de pirogeno.

Por lo demás, todas estas masas meteóricas tienen un carácter comun, cualesquiera que sean las diferencias de su constitucion química interna; y es, un aspecto bien pronunciado de fragmentos y frecuentemente una forma prismática ó piramidal de vértice truncado, caras anchas y un poco curvas, y ángulos redondeados. Ahora bien; ¿de qué puede provenir en los cuerpos que circulan en el espacio, como los planetas, esta forma fragmentaria, señalada prime-

ramente por Schreibers? Confesemos que aquí, como en la esfera de la vida orgánica, todo lo que se refiere á los períodos de formacion está rodeado aun hoy de profunda oscuridad.

Las masas meteóricas empiezan á brillar ó á inflamarse en alturas donde reina ya un vacío casi absoluto. A la verdad, las recientes investigaciones de Biot, acerca del importante fenómeno de los crepúsculos (63), rebajan considerablemente la línea que ordinariamente se designa con el atrevido nombre de límite de nuestra atmósfera; por otra parte, los fenómenos luminosos pueden producirse independientemente de la presencia del gas oxígeno, y Poisson se inclinaba á creer que los aerolitos se inflaman más allá de las últimas capas de nuestra envuelta gaseosa. Pero, sin embargo, ni esta parte de la ciencia, ni la que se ocupa de los otros cuerpos mayores de que se compone el sistema solar, ofrecen base sólida á nuestros razonamientos é investigaciones, sino allí donde pueden aplicarse el cálculo y las medidas geométricas.

Ya en 1686 consideraba Halley como un fenómeno cósmico el gran metéoro que apareció en aquella época, cuyo movimiento se efectuaba en sentido inverso del de la Tierra (64). Pero á Chladni pertenece la gloria de haber reconocido el primero, en toda generalidad, la naturaleza del movimiento de los bólides y sus relaciones con las piedras que al parecer caen de la atmósfera (65). Los trabajos de Dionisio Olmsted de

Newhaven (Massachusets) confirmaron más tarde de una manera brillante la hipótesis que dá á estos fenómenos un orígen cósmico. Cuando aparecieron las estrellas errantes en la noche del 12 al 13 de noviembre de 1833, época que llegó á ser luego tan célebre, Olmsted demostró, que segun el testimonio de todos los observadores, tanto los bólides, como las estrellas errantes partian al parecer, en direcciones divergentes, de un solo y mismo punto de la bóveda celeste, situado cerca de la estrella γ de la constelacion de Leo; punto constantemente comun de divergencia de los metéreos, aunque el azimut y la altura aparente de la estrella hubiesen variado notablemente, durante el largo tiempo empleado en las observaciones. Independencia tal en el movimiento de rotacion de la Tierra prueba que estos metéoros provenian de regiones situadas fuera de nuestra atmósfera, y que antes de llegar á ella recorrian los espacios celestes. Segun los cálculos de Encke (66), fundados en el conjunto de las observaciones que se hicieron en los Estados-Unidos de América, entre las latitudes de 35 y de 40°, el punto del espacio de donde estos metéoros parecian divergir, era precisamente aquel hácia el cual estaba dirigido en aquella época el movimiento de la Tierra. Las apariciones de noviembre se reprodujeron en 1834, en 1837, y unas y otras fueron observadas en América; la de 1838 lo fué en Brema: estas observaciones comprobaron de nuevo el parale-

lismo general de las trayectorias, así como su direccion comun hácia el punto del cielo opuesto á la constelacion de Leo. Como las estrellas errantes periódicas afectan una direccion paralela más generalmente que las estrellas errantes esporádicas, ha creido notarse en 1839, en la aparicion del mes de agosto (las lágrimas de San Lorenzo) que los metéoros en su mayor parte procedian de un punto situado entre Perseo y Tauro, hácia el cual se dirigia entonces la tierra. Un fenómeno tan sorprendente como la direccion retrógrada de todas estas órbitas en noviembre y en agosto, merece ciertamente que se recojan para lo futuro las más exactas observaciones que puedan confirmarle ó invalidarle.

Nada es más variable que la altura de las estrellas errantes, es decir, la parte visible de su trayectoria, que oscila en un espacio de 3 á 26 miriámetros: importante resultado que debemos, así como un conocimiento más exacto de la enorme velocidad de estos problemáticos asteroides, á las observaciones simultáneas de Brandes y de Benzenberg, y á las medidas de paralage que hicieron los mismos tomando por base una longitud de 15.000 metros (67). Su velocidad relativa es de 5 á 13 leguas por segundo, y por lo tanto, equivalente á la de los planetas. Esta velocidad verdaderamente planetaria de los bólides y de las estrellas errantes (68), y la direccion bien comprobada de sus movimientos inversos á los

de la Tierra, son los principales argumentos que se oponen ordinariamente á la hipótesis que atribuye el orígen de los aerolitos á la existencia de pretendidos volcanes activos en la Luna. Ahora bien, cuando se trata de un pequeño astro desprovisto de atmósfera, toda suposicion numérica acerca de la energía de las fuerzas volcánicas tiene que ser por naturaleza arbitraria, y nada impide, por lo tanto, admitir una reaccion del interior contra la capa esterior, cien veces más enérgica, por ejemplo, que en nuestros volcanes actuales: así podria esplicarse aun cómo masas arrojadas por un satélite, cuyo movimiento se verifica desde Oeste al Este, pueden parecernos animadas de un movimienco retrógrado, pues basta para esto que la tierra llegue más tarde que aquellos proyectiles á la parte de órbita, que hubieran atravesado; pero si se considera el conjunto de hechos, cuya enumeracion he debido hacer, á fin de evitar la censura que se formula contra las teorías atrevidas, se verá que la hipótesis del orígen selenítico de estos metéoros supone un concurso de circunstancias numerosas, cuya realizacion solo podria efectuarse por la casualidad (69). Es más sencillo admitir la existencia de pequeñas masas planetarias que esten circulando desde el orígen en los espacios celestes, pues esta hipótesis está más en armonía con las ideas, aceptadas ya, acerca de la formacion de nuestro sistema solar.

Es muy probable que muchas de estas masas

cósmicas pasen muy cerca de nuestra atmòsfera y continuen su curso alrededor del sol, sin haber esperimentado otro efecto, de la atraccion del globo terrestre, que una modificacion en la escentricidad de su órbita; y que luego no las volvamos á ver sino despues de largos años, y cuando hayan verificado un cierto número de revoluciones. En cuanto á los metéoros ascendentes de Chladni, poco inspirado esta vez, esplica por la reaccion de capas de aire comprimidas violentamente durante un rápido descenso, pudo verse luego en estos fenómenos el efecto de una fuerza misteriosa que pugnase por arrojar estos cuerpos lejos de la tierra; pero Bessel ha demostrado que tales hechos serian teóricamente inadmisibles; y apoyándose despues en los cálculos ejecutados por Feldt con el mayor cuidado posible, probó que la realidad de estos pretendidos hechos, se desvanece aun en aquellas observaciones que parecen más favorables, si se tienen en cuenta los errores inherentes á la apreciacion simultánea que formen dos observadores separados, de la desaparicion de una misma estrella errante; así, que esta ascension de los metéoros no debe considerarse hasta ahora como un resultado de la observacion (70). Olbers pensaba que los bólides inflamados podrian estallar y lanzar verticalmente sus fragmentos á modo de cohetes, y que esta ruptura alteraría en ciertos casos la direccion de sus trayectorias; pero todas estas hipótesis deben ser objeto de nuevas observaciones.

Las estrellas errantes caen ya desparramadas y aisladas, es decir, esporádicas, ya como enjambres y á millares. Estas últimas apariciones, que han comparado los escritores árabes á nubes de langostas, son periódicas, y siguen direcciones generalmente paralelas. Las más célebres son las del 12 al 14 de noviembre y las del 10 de agosto, dia de San Lorenzo, cuyas cadentes lágrimas parece que fueron antiguamente en Inglaterra el símbolo tradicional de la vuelta periódica de estos metéoros (71). Ya Klœden habia señalado en Postdan, en la noche del 12 al 13 de noviembre de 1823, la aparicion de una multitud de estrellas errantes y bólides de todas magnitudes. En 1832 vióse el mismo fenómeno en toda Europa, desde Portsmouth hasta Orenburgo en los bordes del Oural, y hasta en la isla de Francia en el hemisferio austral. Sin embargo, la idea de que ciertos dias del año están predestinados á estos grandes fenómenos no tomó vida hasta 1833, con ocasion del enorme haz de estrellas errantes que cayó como copos de nieve, y que Olmsted y Palmer observaron en América la noche del 12 al 13 de noviembre: durante nueve horas de observacion contaron más de 240.000. Palmer se remontó á la aparicion de los metéoros en 1799 descrita por Ellicot y por mí (72), de la cual resultaba en virtud de la comparacion que habia yo hecho de todas las observaciones de aquel tiempo, que la aparicion habia sido simultánea para los lugares situados en el Nuevo

Continente, desde el Ecuador hasta New-Herrnhut en la Groenlandia (lat. 64° 14') entre 46 y 82° de longitud; reconociéndose con sorpresa la identidad de las dos épocas. Este flujo de metéoros que surcaron todo el firmamento en la noche del 12 al 13 de noviembre de 1833, y fué visible desde la Jamáica hasta Boston (lat. 40° 21'), se reprodujo en la noche del 13 al 14 de noviembre de 1834 en los Estados-Unidos de América, aunque con intensidad menor. Desde esta época la periodicidad del fenómeno se confirma en Europa de la manera más exacta.

La aparicion de San Lorenzo (del 9 al 14 de agosto), segun la lluvia de estrellas errantes, se verifica con igual regularidad que la primera. Ya hácia mediados del último siglo, Musschenbroek habia notado la frecuencia de los metéoros que aparecen en el mes de agosto (73); pero Quételet, Olbers y Benzenberg han sido los primeros que probaron la periodicidad de estas apariciones, fijando su época en el dia de San Lorenzo. Indudablemente nos reserva el porvenir el descubrimiento de otras épocas análogas, destinadas igualmente á la reproduccion periódica de estos fenómenos (74); tales sean quizás la del 23 al 25 de abril, la del 6 al 12 de diciembre, y como consecuencia de las investigaciones de Capocci, la del 27 al 29 de noviembre ó la del 17 de julio.

Parece ser que estos fenómenos se han realizado hasta ahora, con una independencia com-

pleta de todas las circunstancias locales, tales como la altura del polo, temperatura de la atmósfera, etc...; sin embargo, su aparicion vá acompañada frecuentemente de otro fenómeno meteorológico, y aunque esta coincidencia pueda ser efecto de simple casualidad, no está fuera de lugar el señalarla aquí. Una aurora boreal muy intensa acompañó á la aparicion más magnífica de estrellas errantes, entre las que se conocen hasta el dia, ó sea la del 12 al 13 de noviembre de 1833, cuya descripcion debèmos á Olmsted. En 1838 se reprodujo en Brema esta concordancia de ambos fenómenos, si bien la caida periódica de las estrellas errantes fué allí menos notable que en Richmond, cerca de Lóndres. En otro escrito me he hecho cargo de una observacion del almirante Wrangel (75), que he tenido frecuente ocasion de oirle confirmar. Viajando por las costas siberianas del mar Glacial, vió el almirante en medio de los resplandores de una aurora boreal iluminarse de repente ciertas partes del cielo que habian quedado oscuras, al ser atravesadas por una estrella errante, y recobrar en seguida su rojo brillo.

Estas miriadas de asteroides constituyen, indudablemente, diversas corrientes que vienen á cortar la órbita terrestre como el cometa de Biela; y podemos imaginar, siguiendo esta idea, que su conjunto forma un anillo contínuo, dentro del cual siguen todos una misma direccion. Ya en los planetas menores situados entre Marte y

Júpiter, escepto Palas, hemos hallado relaciones análogas relativamente á sus órbitas tan íntimamente enlazadas. Pero si se trata de la teoría misma de estos anillos, preciso es confesar que aun quedan muchos puntos por resolver; por ejemplo: ¿las épocas de estas apariciones varian? ¿los retrasos que esperimentan, señalados por mí há mucho tiempo, provienen de una retrogradacion regular, ó de un simple cambio oscilatorio de la línea de los nodos, es decir, de la línea de interseccion del plano de la órbita terrestre con el plano del anillo? Quizás estos pequeños astros estén agrupados muy irregularmente; quizás sus distancias mútuas sean muy desiguales, y su zona de tan considerable anchura, que necesitára la Tierra dias enteros para atravesarla. El mundo de los satélites de Saturno nos presenta ya un grupo de inmensa amplitud, compuesto de astros íntimamente unidos entre sí. La órbita del último satélite, la del sétimo, es tan considerable, que la Tierra, en su movimiento alrededor del Sol, emplea tres dias en recorrer una parte de la suya igual al diámetro de aquella.

Supongamos ahora, que en vez de ser homogéneos estos anillos que consideramos como formados por corrientes periódicas de estrellas errantes, no contengan más que un pequeño número de partes en que los grupos sean bastante densos para dar lugar á una de aquellas grandes apariciones, y se comprenderá por qué los brillantes fenómenos del mes de noviembre de

1799 y 1833 se reproducen tan raramente. Meditando Olbers profundamente acerca de este difícil asunto, creyó tener algunas razones para anunciar la época del 12 al 14 de noviembre de 1867 para la primera reproduccion del gran fenómeno de las estrellas errantes mezcladas con bólides, cayendo del cielo como copos de nieve.

Alguna vez la aparicion de noviembre no ha sido visible sino en partes muy limitadas de la superficie terrestre. En 1837, por ejemplo, fué brillante en Inglaterra, donde se la comparó á una lluvia de meteoros *(meteoric shower)*, mientras que en Braunsberga (Prusia), un observador muy práctico y escesivamente atento, no vió aquel la misma noche, más que un pequeño número de estrellas errantes aisladas, á pesar de que el cielo permaneció constantemente sereno, y duró la observacion desde las siete de la noche hasta la salida del Sol. Bessel ha deducido de estos hechos, que un grupo poco estenso de los asteroides de que el anillo se compone pudo tocar á la region terrestre en el punto en que está situada Inglaterra, al paso que las comarcas orientales atravesaban otra parte del anillo, comparativamente mucho menos rica (76). Si la hipótesis de una retrogradacion regular ó de una simple oscilacion de la línea de los nodos tomára consistencia, los documentos antiguos serian objeto de un interés muy especial. Tales son los Anales chinos, donde entre las noticias cometográficas se citan varias apariciones de meteoros,

que se remontan á épocas anteriores á la de Tirteo ó segunda guerra mesénica. Señalaremos entre otras dos apariciones que tuvieron lugar en el mes de marzo, y una de las cuales se remonta al año 687 antes de la Era Cristiana. Entre las cincuenta y dos apariciones que ha recogido Eduardo Biot en los Anales chinos, ha notado que las del 20 al 22 de julio (estilo antiguo), son las más frecuentes; y podrian corresponder á la aparicion actual del dia de San Lorenzo (77). Boguslawski, hijo, ha descubierto en los anales de la Iglesia de Praga *(Benessii de Horowic Chronicon Ecclesiæ Pragensis)* una aparicion de estrellas errantes ocurrida el 21 de octubre de 1366 (est. ant.); si esta aparicion que fué entonces visible en pleno dia, corresponde al fenómeno actual del mes de noviembre, puede deducirse de la precesion en 477 años que el sistema entero de los meteoros ó más bien, su centro de gravedad, describe con un movimiento retrógado una órbita al rededor del Sol. Por último, de las teorías más arriba desarrolladas resulta, que si hay años en que las dos apariciones de agosto y de noviembre faltan á la vez en toda la superficie de la Tierra, es preciso buscar la causa de esta anomalía, ya en una interrupcion del anillo, ya en los intérvalos que dejen entre sí los grupos sucesivos de asteroides, ya, en fin, como quiere Poisson (78), en las acciones planetarias, cuyo efecto sería modificar la forma y la situacion del anillo.

Ya lo hemos dicho: las masas sólidas que despide el cielo provienen de los bólides inflamados que se vén durante la noche; de dia, y estando el cielo sereno, caen con estrépito del seno de una nube oscura, pero no llegan en estado de incandescencia, aunquè sí muy calientes. Ahora bien: cualquiera que sea su orígen, estas masas presentan en general, un carácter comun que es imposible desconocer; cualquiera que sea el tiempo y el lugar de su caida, son siempre las mismas las formas esteriores, las propiedades físicas de la corteza, é iguales los modos de agregacion química de sus elementos. Tan sorprendente paridad de aspecto y de constitucion, no ha escapado á los observadores; pero cuando se la examina individualmente encuéntranse tambien notables escepciones. Compárense los aerolitos por Pallas mencionados, la masa de hierro maleable de Hradschina en el condado de Agram, y la de las orillas de Sisim en el gobierno de Ieniseisk, ó tambien las que traje de Méjico (79), todas las cuales contienen 96 por 100 de hierro; compárense, digo, con los aerolitos de Siena, en los que apenas se cuenta un 2|100 del mismo metal, ó con los de Alesia, Jonzac y Juvenas, desprovistos enteramente de hierro metálico, y reducidos á una mezcla cuyos elementos perfectamente separados ya en cristales, puede distinguir el mineralogista, y dígasenos si es dable concebir oposicion más marcada. De aquí la necesidad de diferenciar en dos clases estas masas cósmicas: la

de los hierros meteóricos combinados con el nikel, y la de las piedras de grano fino ó basto. Otro carácter particular de los aerolitos es el aspecto de su corteza esterior, cuyo espesor no pasa jamás de algunas líneas de superficie, reluciente como la pez, y surcadas á veces por venas ó ramificaciones muy señaladas (80). Uno solo, que yo sepa, se esceptúa de esta relacion; el aerolito de Chantonnay (Vendeé), cuyos poros y abolladuras constituyen, como en el aerolito de Juvenas, otra singularidad muy rara. En todos los demás, la corteza negra es distinta del resto de la masa de un gris bastante claro, con una línea de separacion tan marcada como el pedrisco de granito blanco con veta negra ó aplomada (81), que traje yo de las cataratas del Orinoco, y que se encuentra en otras muchas como las del Nilo y rio Congo por ejemplo. El fuego más violento de nuestros hornos de porcelana, no produce nada análogo á esta corteza, tan perfectamente distinta del resto de la masa de los aerolitos, cuyo interior no ha sufrido alteracion alguna. Ciertamente que, algunos hechos parecen indicar que estos fragmentos meteóricos, han esperimentado una especie de reblandecimiento; pero, en general, la manera de agregarse sus partes, la carencia de aplanamiento despues de la caida, y el poco calor que poseen en aquel instante, no permiten suponer que su masa interior haya estado en fusion durante el corto trayecto que recorren desde los límites de la atmósfera hasta la superficie de la tierra.

Berzelius ha hecho escrupulosamente la análisis química de estos cuerpos, y encontrado en ellos los mismos elementos que vemos esparcidos en la superficie de la tierra, á saber: ocho metales, el hierro, el nikel, el cobalto, el manganeso, el cromo, el cobre, el arsénico y el estaño; y cinco tierras, á saber: la potasa, la sosa, el azufre, el fósforo y el carbon; es decir, la tercera parte del número de los cuerpos simples actualmente conocidos. Aunque las masas meteóricas estén formadas de iguales elementos químicos que las especies minerales de las montañas y de las llanuras, no por ello dejan de presentar siempre en el modo como están combinados estos elementos, un carácter muy diferente, y un aspecto estraño á nuestro globo. El hierro en el estado nativo que se encuentra en casí todos los aerolitos les imprime tambien un sello especial; mas no podria atribuirse por ello este tipo esclusivamente á la Luna, pues nada se opone á que pueda haber astros desprovistos como ella de agua, y privados de las reacciones químicas de donde nace la oxidacion. En cuanto á las vesículas gelatinosas, á las masas orgánicas semejantes á la *tremella nostoc*, que han sido tenidas desde la Edad media como un producto cósmico, residuo de las estrellas errantes, así como tambien á las piritas de Sterlitamak (al oeste del Oural), que pasaban por núcleos de granizos (82), es preciso colocarlas entre los mitos de la meteorología. Los aerolitos de tejido fino y granu-

loso, compuestos de olivina, de augita y de labrador (83), son, segun Gustavo Rose, los únicos que se asemejan á nuestros minerales (tal es el aerolito de Juvenas muy semejante á la dolerita); pues contienen sustancias cristalinas como las que se encuentran en la corteza terrestre; y aun en el hierro meteórico de Siberia, citado por Pallas, la olivina no se distingue de la ordinaria, más que por la falta de nikel, el cual está sustituido por el óxido de estaño (84). Si se tiene en cuenta que la olivina meteórica contiene, como nuestros basaltos, 47 ó 49 por 100 de magnesia, y forma más de la mitad de las partes terrosas de los aerolitos, segun Berzelius, no causará admiracion la gran cantidad de magnesia que se halla en estas masas cósmicas. Y como el aerolito de Juvenas contiene cristales separables de augita y de labrador, podemos deducir de la análisis de las piedras meteóricas de Chateu-Renard, de Blansko y de Chantonnay, que la primera es probablemente una diorita compuesta de anfíbol y de albita, y que las otras dos son combinaciones de anfíbol y de labrador. Pero estas analogías me parecen débiles argumentos que citar en favor del orígen terrestre ó atmosférico que ha querido asignarse á los aerolitos. Porque no hay razon alguna, y aquí podria referir el célebre entretenimiento de Newton y Conduit, en Kensington (85), para suponer que sean en gran parte idénticos, los elementos que forman un mismo grupo de astros, ó un mismo sistema planetario.

¿Ni cómo admitir el principio de la heterogeneidad de los planetas despues del bello sistema que esplica su génesis por la condensacion gradual de anillos gaseosos, abandonados sucesivamente por la atmósfera solar? A mi juicio, estamos tan poco autorizados para atribuir esclusivamente al nikel, al hierro, á la olivina ó al piróxeno (augita) de los aerolitos, la calificacion de sustancias terrestres, como podriamos estarlo para designar por ejemplo, como especies europeas de la flora asiática, las plantas alemanas que encontré más allá del Oby. Y si los astros de un mismo sistema se componen de iguales elementos, ¿cómo no admitir que estos elementos, sometidos á las leyes de una atraccion mútua, pueden combinarse en relaciones determinadas y dar vida, ya á las cúpulas resplandecientes de nieve ó de hielo que cubren las regiones polares de Marte, ya en otros astros, á las pequeñas masas meteóricas que contienen, como los minerales de nuestras montañas, cristales de olivina, de augita y de labrador? No debe dejarse nunca nada abandonado al arbitrio, y hasta el dominio de las conjeturas es preciso que el espíritu sepa dejarse guiar por la induccion.

En ciertas épocas, se oscurece momentáneamente el disco del Sol, y su luz se debilita hasta el estremo de ser visibles las estrellas en pleno dia. En 1547, hácia la época de la fatal batalla de Mühlberg, se efectuó por espacio de tres dias enteros un fenómeno de este género, que no pue-

de esplicarse ni por las nieblas ni por las cenizas volcánicas. Kepler quiso buscarle una causa, primero en la interposicion de una *materia cosmética*, y despues en una nube negra que suponia formada por las emanaciones fuliginosas, salidas del cuerpo mismo del Sol. Chladni y Schnurrer atribuian al paso de masas meteóricas por delante del disco solar, los fenómenos análogos de los años 1090 y 1203, de los cuales duró el primero, tres horas, y el segundo seis. Desde que han sido consideradas las estrellas errantes como formando un anillo contínuo, situado en el sentido de su direccion comun, háse notado una singular coincidencia entre la vuelta periódica de las lluvias de metéoros y las manifestaciones de los misteriosos fenómenos de que acabamos de hablar; y á fuerza de ingeniosas investigaciones y de una discusion profunda de todos los hechos conocidos, ha llegado Adolfo Erman á señalar dos épocas del año, el 7 de febrero y el 12 de mayo, en que se ha manifestado esta coincidencia de un modo sorprendente. Ahora bien: la primera de estas dos fechas corresponde á la conjuncion de las estrellas errantes que están en el mes de agosto en oposicion con el Sol, y la segunda, se refiere á la conjuncion de los asteroides de noviembre y á los famosos *dias frios* de las creencias populares (San Mamerto, San Pancracio y San Servando) (86).

Los filósofos griegos tan poco inclinados á la observacion, como ardientes y fecundos en

sistemas cuando se trataba de esplicar fenómenos que apenas habian entrevisto, nos han dejado consideraciones muy aproximadas á las ideas que se aceptan hoy generalmente, acerca del origen cósmico de las estrellas errantes y aerolitos. «Piensan algunos filósofos, dice Plutarco en la vida de Lysandro (87), que las estrellas errantes no provienen de partículas desprendidas del éter que llegan á apagarse en el aire inmediatamente despues de haberse inflamado; ni que tampoco nacen de la combustion del aire que se disuelve en gran cantidad en las regiones superiores, sino que son más bien *cuerpos celestes que caen*, es decir, que sustraidos en cierto modo al movimiento de rotacion general se precipitan enseguida irregularmente, no solo en las regiones habitadas de la Tierra, sino que tambien en el gran Océano, de donde resulta que no se los puede encontrar.» Diógenes de Apolonia se espresa en términos aun más claros (88). «Entre las estrellas visibles, dice, se mueven tambien estrellas invisibles á las cuales por consiguiente no ha podido darse nombre. Estas últimas caen frecuentemente sobre la Tierra, y se apagan como aquella *estrella de piedra* que tocó encendida cerca de Ægos-Potamos.» Indudablemente una doctrina anterior habia inspirado al filósofo de Apolonia, que creia tambien que los astros eran semejantes á la piedra pómez. En efecto, Anaxágoras de Clazomeno se figuraba todos los cuerpos celestes «como fragmentos de

roca que el éter por la fuerza de su movimiento giratorio hubiera arrancado á la Tierra, inflamándolas y trasformándolas en estrellas.» Así, pues, la escuela jónica colocaba, como Diógenes de Apolonia, en una misma clase á los aerolitos y á los astros, asignándoles el propio orígen terrestre, pero en el único sentido de que la Tierra, como cuerpo central, facilita la materia á cuantos le envuelven (89); de igual modo que con nuestras ideas actuales derivamos el sistema planetario de la atmósfera primitivamente dilatada de otro cuerpo central, el Sol. Es preciso, pues, guardarnos de confundir estas ideas con lo que comunmente se llama el orígen terrestre ó atmosférico de los aerolitos, ó con la singular opinion de Aristóteles, que no veia en la enorme masa de Ægos-Potamos sino una piedra arrastrada por un huracan.

Hay una disposicion de ánimo más nociva aun quizás que la credulidad desnuda de toda crítica, y es la arrogante incredulidad que rechaza los hechos sin dignarse profundizarlos. Estas dos irregularidades del espíritu son un obstáculo al progreso de la ciencia. En vano, desde hace veinte y cinco siglos, los anales de los pueblos hablan de piedras desprendidas del cielo; á pesar de tantos hechos fundados en testimonios oculares, irrecusables, tales como los *bætilios*, que desempeñaron tan importante papel en el culto de los metéoros entre los antiguos; el aerolito que los compañeros de Cortés

vieron en Cholula y que habia chocado con la pirámide próxima; las masas de hierro meteórico de que se hicieron forjar espadas de sables los califas y príncipes mogoles; los hombres muertos por piedras caidas del cielo, como por ejemplo, un fraile de Cremona el 4 de setiembre de 1511, otro fraile de Milán en 1650 y dos marineros suecos, heridos dentro de su navío en 1674; á pesar de tantas pruebas acumuladas, quedó en el olvido un fenómeno cósmico de tamaña importancia, y sus íntimas relaciones con el mundo planetario permanecieron ignoradas hasta los tiempos de Chladni, ilustre ya por su descubrimiento de las líneas nodales. Pero hoy es imposible contemplar indiferentemente las magníficas apariciones de las noches de noviembre y de agosto; diré mas, uno solo de esos rápidos metéoros bastará frecuentemente para dar vida á sérias observaciones. Ver surgir de repente el movimiento enmedio de la calma de la noche y turbarse por un instante el plácido brillo de la bóveda celeste; seguir con la vista al metéoro que cae dibujando en el firmamento una luminosa trayectoria ¿no nos trae luego al punto á la imaginacion esos espacios infinitos llenos por doquiera de materia y vivificados por todas partes de movimiento? ¿Qué importa la estremada pequeñez de esos metéoros en un sistema donde se encuentran, al lado del enorme volúmen del Sol, átomos tales como el de Ceres, y el primer satélite de Saturno? ¿Qué importa su repentina

desaparicion cuando un fenómeno de otro órden, la estincion de las estrellas que brillaron en Casiopea, en el Cisne y en la Serpentaria, nos ha obligado ya á admitir que en los espacios celestes pueden existir otros astros de los que en ellos vemos por lo comun? Al presente ya lo sabemos: las estrellas errantes son agregaciones de materia, verdaderos asteroides que circulan alrededor del Sol, que atraviesan como los cometas las órbitas de los grandes planetas y que brillan, por último, cerca de nuestra atmósfera, ó al menos en sus últimas capas.

Aislados en nuestro planeta de todas las partes de la creacion que no comprenden los límites de nuestra atmósfera, no estamos en comunicacion con los cuerpos celestes sino por el intermedio de los rayos, tan íntimamente unidos, de la luz y del calor (90) y por la misteriosa atraccion que los cuerpos lejanos ejercen, en razon de su masa, sobre nuestro globo, sobre los mares, y aun sobre las cápas de aire que nos rodean. Pero si los aerolitos y las estrellas errantes son realmente asteroides planetarios, su modo de comunicacion con nosotros cambia de naturaleza, se hace más directo y se materializa en cierto sentido. En efecto; no se trata ya de aquellos cuerpos lejanos cuya accion sobre la tierra se limita á ocasionar vibraciones luminosas y caloríficas, ó tambien á producir movimientos segun las leyes de una gravitacion recíproca; sino de cuerpos materiales, que aban-

donando los espacios celestes atraviesan la atmósfera y vienen á chocar con la tierra, de la cual forman parte desde entonces: tal es el único acontecimiento cósmico que puede poner á nuestro planeta en contacto con las otras regiones del Universo. Acostumbrados como estamos á no conocer los séres colocados fuera de nuestro globo sino por las medidas, el cálculo y el razonamiento, nos admira ahora el poder, sin embargo, tocarlos, pesarlos y analizarlos. Así es como la ciencia pone en juego los secretos resortes de la imaginacion y las fuerzas vivas del espíritu, mientras que el vulgo no vé en estos fenómenos sino chispas que se encienden y apagan, y en esas piedras ennegrecidas, caidas con estrépito del seno de las nubes, el producto grosero de una convulsion de la naturaleza.

Aunque estos enjambres de asteroides, de los cuales nos hemos ocupado largo tiempo como asunto de predileccion, se asemejan á los cometas por la pequeñez de sus masas y por la multiplicidad de sus órbitas, difieren, no obstante, de ellos, esencialmente, por el mero hecho de que no brillan ni son visibles para nosotros, sino hasta el momento en que atraviesan la esfera de accion de nuestro globo. Pero el estudio de estos metéoros, no completa todavía el cuadro de nuestro sistema planetario, tan complejo, tan rico en formas variadas, desde el descubrimiento de los planetas menores, de los cometas interiores de corto período y de los asteroides me-

teóricos; réstanos hablar del anillo de materia cósmica á que se atribuye la luz zodiacal, citada ya muchas veces en el trascurso de esta obra. Todo el que haya pasado años enteros en la zona de las palmeras, conservará toda su vida el dulce recuerdo de aquella pirámide de luz que ilumina una parte de las noches, siempre iguales, de los trópicos. De mí sé decir, que la he visto tan brillante como la via láctea en el Sagitario, no solamente sobre las cimas de los Andes, en las alturas de 3,000 ó 4,000 metros donde el aire es tan puro y tan raro, sino que tambien en las inmensas praderas (llanos) de Venezuela, y á orilla del mar bajo el cielo siempre sereno de Cumaná. Sin embargo, alguna vez proyéctase una pequeña nube sobre la luz zodiacal y contrasta de un modo pintoresco en el fondo luminoso del cielo, siendo entonces el fenómeno de gran belleza. Este juego atmosférico se halla apuntado en mi diario de viaje, desde Lima á la costa occidental de Méjico. «Hace tres ó cuatro noches (entre 10 y 14° de latitud septentrional) que apercibo la luz zodiacal con una magnificencia totalmente nueva para mí. Por el brillo de las estrellas y de las nebulosas, podria creerse que en esta parte del mar del Sud la transparencia de la atmósfera es extraordinaria. Desde el 14 al 19 de marzo, regularmente tres cuartos de hora despues de ponerse el sol, era imposible distinguir el menor rayo de la luz zodiacal, y sin embargo la oscuridad era completa. Una hora

despues de la prueba, aparecia de repente con gran brillo, entre Aldebaran y las Pleyades; el 18 de marzo tenia 39° 5' de altura. De una y otra parte, cerca del horizonte, estendíanse pequeñas nubes prolongadas sobre un fondo amarillo; mas arriba, otras nubes matizaban el azul del cielo con sus cambios de color, ofreciendo un aspecto semejante al de una segunda puesta de sol. La claridad de la noche aumentaba entonces por aquella parte de la bóveda celeste, hasta igualarse casi á la del primer cuarto de luna. A las diez, la luz zodiacal era muy débil, y á media noche apenas se divisaba una huella en aquella parte de la mar del Sud. El 16 de marzo, cuando brillaba con mayor intensidad, se vislumbraba hácia el Oriente una débil reverberacion.» En nuestros climas del Norte, en esas regiones brumosas que se llaman templadas, muy al contrario sucede: la luz zodiacal no es visible de una manera clara sino al principio de la primavera, despues del crepúsculo de la tarde, y sobre el horizonte occidental; y hácia el fin del otoño en el Oriente, antes del crepúsculo matutino.

Apenas se comprende que un fenómeno tan notable no haya llamado la atencion de los físicos y astrónomos hasta mediados del siglo XVII, y que haya pasado desapercibido tambien á los árabes, que hicieron observaciones tantas en el antiguo Bactriana, en las márgenes del Eufrates y en el mediodia de España. Por lo demás,

no es menos sorprendente el tardío descubrimiento de las dos nebulosas Andrómeda y Orion, que Simon Mario y Huygens fueron los primeros á describir. En la *Britannia Baconina* de Childrey (91) de 1661, es donde se encuentra la primera descripcion bien clara de la luz zodiacal, no habiéndose hecho la primera observacion sino dos ó tres años antes; pero indudablemente pertenece á Domingo Cassini la gloria de haber sometido el primero este fenómeno á un exámen profundo (en la primavera de 1683). En cuanto á la luz que se vió en Bolonia en 1668 y que percibia tambien por la misma época el célebre viajero Chardin (los astrólogos de la córte de Ispahan no la habian citado con anterioridad: llamábanla *nycek*, pequeña lanza), no era la luz zodiacal (92), sino la enorme cola de un cometa cuya cabeza estaba oculta bajo el horizonte, y que debia presentar una gran analogía de aspecto y de posicion con el largo cometa de 1843. Es imposible dejar de reconocer la luz zodiacal en el brillante resplandor que se vió en 1509, durante cuarenta noches consecutivas, subir como una pirámide por encima del horizonte oriental del llano mejicano. En un manuscrito de los antiguos Aztecas, perteneciente á la Biblioteca real de París *(Codex Telleriano-Remensis)* (93), es donde he visto mencionado este curioso fenómeno.

Así, pues, la luz zodiacal ha existido en todos los tiempos, aunque su descubrimiento en Euro-

pa no date más que desde Childrey y Domingo Cassini. Háse querido atribuirla á una cierta atmósfera del Sol; pero esta esplicacion es inadmisible, porque segun las leyes de la mecánica, el aplanamiento de la atmósfera solar no puede esceder del de un esferoide, cuyos ejes estén en la relacion de 2 á 3, y por consiguiente sus capas estremas no pueden estenderse mas allá de los 9[20 del radio de la órbita de Mercurio. Las mismas leyes mecánicas fijan tambien los límites ecuatoriales de la atmósfera de un cuerpo celeste que gira sobre sí mismo, en el punto donde la gravedad se equilibra con la fuerza centrífuga; solamente allí el tiempo de la revolucion de un satélite sería igual al tiempo de la rotacion del astro central (94). Esta limitacion tan restringida de la atmósfera *actual* de nuestro Sol llega á ser más sorprendente, cuando se la compara con la de las estrellas nebulosas. Herschell ha encontrado muchas cuyo diámetro aparente llega á 150'; y admitiendo para esos astros un paralaje inferior á 1', resulta que la distancia de la estrella central á las últimas capas de la nebulosidad, equivale á 150 radios de la órbita terrestre. Si pues una de esas estrellas nebulosas ocupara el lugar de nuestro sol, no solamente comprenderia su atmósfera la órbita de Urano, si no una distancia ocho veces mayor (95.)

Asi, pues, la atmósfera solar está encerrada en límites más estrechos que aquellos por que

se estiende la luz zodiacal. Este fenómeno se esplica mejor suponiendo que existe entre la órbita de Vénus y la de Marte, un anillo muy aplanado, formado de materias nebulosas, y que gira libremente en los espacios celestes (96). Quizás se halle este anillo en relacion con la materia cósmica que creemos esté más condensada en las regiones próximas al Sol; ó acaso se aumente de contínuo con las nebulosidades abandonadas en el espacio por las colas de los cometas (97). Tan difícil es decidir algo sobre este punto, como consignar las verdaderas dimensiones del anillo, que varían indudablemente, puesto que parece algunas veces comprendido por entero en la órbita de la Tierra. Las partículas de las nebulosidades de que este anillo se compone, pueden ser luminosas por sí mismas, ó reflejar únicamente la luz del Sol. La primera suposicion no parece inadmisible, pues podria citarse en su apoyo la célebre niebla de 1783, que en plena noche, y en la época de novilunio, producia una luz fosfórica bastante intensa para iluminar los objetos y hacerlos claramente visibles aun á la distancia de 200 metros (98).

En las regiones tropicales de la América del Sur, han causado muy amenudo mi asombro las variaciones de intensidad que la luz zodiacal esperimenta. Como entonces pasaba yo durante meses enteros las noches al aire libre, ya á orillas de los rios, ó en las praderas *(llanos)*, tuve frecuentes ocasiones de observar atentamente

este fenómeno. Cuando la luz zodiacal habia llegado á su máximun de intensidad, se debilitaba notablemente algunos minutos para volver despues á tomar inmediatamente su primitivo estado. Nunca llegué á ver, como dice Mairan, ni coloracion roja, ni arco inferior oscuro, ni aun centelleo; pero sí noté muchas veces que la pirámide luminosa estaba atravesada por una rápida ondulacion. ¿Habrán de creerse cambios reales en el anillo nebuloso? ¿O bien no será más probable que en el momento mismo en que mis instrumentos metereológicos no me revelaban variacion alguna de temperatura ó de humedad en las regiones inferiores de la atmósfera, se operasen sin embargo en las capas elevadas, sin yo advertirlo, condensaciones capaces de modificar la trasparencia del aire, ó más bien su poder reflectante? Observaciones de naturaleza muy diferente justificarian, en caso necesario, esta apelacion por causas meteorológicas que suponemos obrando allá en el límite de la atmósfera. Olbers, en efecto, ha señalado «los cambios de luz que se propagan en algunos segundos como pulsaciones de un punto á otro de la cola cometaria, y que tan pronto aumentan como disminuyen su estension en muchos grados; y como las diferentes partes de una cola de algunos millones de leguas deben estar muy desigualmente distantes de la tierra, resulta, por consiguiente, que la propagacion gradual de la luz no nos permitiria apercibir, en

un tan corto intervalo de tiempo, los cambios reales que pudieran ocurrir en un astro de estension tan considerable (99).»

Forzoso es convenir, sin embargo, en que estas observaciones en nada contradicen la realidad de las variaciones observadas en las colas de los cometas; ni tienen además por objeto negar que los cambios de resplandor tan frecuentes en la luz sodiacal puedan provenir, ya de un movimiento molecular en el interior del anillo nebuloso, ya de una súbita modificacion de su poder reflectante, sino que he querido solamente distinguir en estos fenómenos, la parte que pertenece á la sustancia cósmica propiamente dicha, de la que debe restituirse á nuestra atmósfera, intermedio obligado de todas nuestras percepciones luminosas. En cuanto á los fenómenos que pasan en el límite superior de la atmósfera, límite tan controvertido frecuentemente por otros motivos, ciertos hechos bien observados demuestran cuán difícil es darse en este punto cuenta satisfactoria. Por ejemplo: aquellas noches de 1831, tan maravillosamente claras en Italia y en el Norte de Alemania que podian leerse aun á media noche los caractéres más finos, están en manifiesta contradiccion con todo lo que las más nuevas y sábias investigaciones han podido enseñarnos acerca de la teoría de los crepúsculos y de la altura de la atmósfera (100.) Los fenómenos luminosos dependen de condiciones poco conocidas, cuyas va-

riaciones imprevistas nos sorprenden, ya se trate de la altura de los crepúsculos, ó ya de la luz zodiacal.

Hasta ahora hemos considerado lo que pertenece á nuestro Sol, ó sea el mundo de las formaciones que dependen de su accion reguladora, es decir, los planetas, los satélites, los cometas de corto y largo período, los asteroides meteóricos aislados ó reunidos en anillo contínuo, y por último, el anillo nebuloso, cuya posicion en los espacios planetarios autoriza á conservar el nombre de luz zodiacal, con que propiamente se le designa. Por todas partes reina la ley de la periodicidad en los movimientos, cualquiera que sea la velocidad ó la masa de los cuerpos celestes. Solo los asteroides que atraviesan nuestra atmósfera pueden ser detenidos en medio de sus revoluciones planetarias, pasando á formar parte de un gran planeta. En este inmenso sistema, en el que la fuerza de atraccion del cuerpo central determina los límites, se ven los cometas obligados á volver al punto de partida, aun desde una distancia igual á 44 radios de la órbita de Urano, y recorrer una órbita cerrada; no siendo menos maravilloso que hasta en aquellos cometas que por la escesiva tenuidad de su masa se nos aparecen bajo el aspecto de una nube cósmica, retenga sin embargo el núcleo, en virtud de su atraccion, las últimas partículas de una cola de muchos millones de leguas. Por donde se vé que las

fuerzas centrales son á la vez las que constituyen y las que mantienen un sistema.

Aunque podemos considerar al Sol como inmóvil con relacion á los astros mayores ó menores, densos ó nebulosos, que verifican alrededor de él sus revoluciones periódicas, en realidad gira el mismo Sol en torno del centro de gravedad de todo el sistema, y este punto está situado ordinariamente en el interior del propio Sol, á pesar de los cambios que sobrevienen sin cesar en las posiciones respectivas de los planetas. Pero el movimiento progresivo que trasporta al Sol en el espacio, ó mejor dicho, el centro de gravedad del sistema solar, es de una naturaleza diferente; movimiento cuya velocidad es tal, que el cambio relativo del Sol y de la estrella 61 del Cisne, es, segun Bessel, de 619,000 miriámetros por dia (1). Nada sabríamos de este movimiento de traslacion del sistema solar, si la admirable exactitud de los instrumentos de medicion que posee actualmente la astronomía, y los progresos de sus métodos de observacion, no hubiesen llegado á hacer sensibles los pequeños cambios de posicion que al parecer afectan las estrellas, semejantes en esto á los objetos colocados sobre un rio, movible en apariencia. El movimiento peculiar de la estrella 61 del Cisne, es sin embargo bastante considerable para producir en setecientos años 1° entero de diferencia en su posicion relativa.

Apesar de las dificultades inherentes á la de-

terminacion del movimiento propio de las estrellas (llámase así el cambio que se origina en sus posiciones relativas), es, sin embargo, más fácil medirle con exactitud que investigar su causa. Descartada la aberracion producida por la sucesiva propagacion de los rayos luminosos, y el pequeño paralaje que procede del movimiento de la Tierra alrededor del Sol, los cambios observados no nos dan aun el movimiento real de las estrellas sino combinado con los movimientos aparentes que han debido originarse de la traslacion general de todo el sistema solar. Mas los astrónomos han llegado á separar estos dos elementos, merced á la exactitud con que se conoce al presente la direccion del movimiento propio de ciertas estrellas, y á la ingeniosísima consideracion, debida á las leyes de la perspectiva, de que aun cuando las estrellas fuesen absolutamente inmóviles, deberian, no obstante aparentemente moverse separándose del punto hácia el cual dirige el Sol su carrera; y resulta en último análisis de estos trabajos, en que el cálculo de las probabilidades juega tan importante papel, que tanto las estrellas como el sistema solar están en movimiento á la vez en el espacio. Por investigaciones practicadas con arreglo á un plan más vasto y más perfecto que las de W. Herschell y Prevost, Argelander ha probado que el Sol se dirige actualmente hácia un punto situado en la constelacion de Hércules, á 257° 49' 7" de ascension recta y á 28° 49'

7" de declinacion boreal (equinoccio de 1792,5); resultado importante que se funda en la combinacion de los movimientos propios de 537 estrellas (2). Fácilmente concíbese qué cúmulo de dificultades han debido presentarse en estas delicadas investigaciones, en que se trataba de distinguir los movimientos reales de los movimientos aparentes, y de formar la parte relativa al sistema solar.

Considerando los movimientos propios de las estrellas, despojados de todo efecto de perspectiva, hallánse muchas que siguen direcciones opuestas de grupos; mas los datos actuales de la ciencia no bastan para obligarnos á admitir que todas las porciones de nuestra zona estrellada, y todas las pertenecientes á las demás zonas de que está lleno el Universo, deben moverse alrededor de un gran cuerpo desconocido, brillante ú opaco. Indudablemente, semejante hipótesis satisface á la imaginacion y á la incesante actividad del espíritu humano, siempre deseoso de desentrañar las últimas causas. El Estagirita habia dicho ya: «Todo lo que tiene movimiento supone un motor; el encadenamiento de las causas no tendria fin, si no existiese un *primer motor inmóvil* (3).»

Pero el estudio de estos movimientos estelares no paralájicos, independientes del cambio de posicion del observador, ha abierto á la actividad humana ancho campo para que estienda libremente sus investigaciones, sin lanzarse á

concepciones vagas en el mundo ilimitado de las analogías. Aludo á las estrellas dobles, cuyos movimientos lentos ó rápidos, se verifican en órbitas elípticas segun las leyes de la gravitacion, dándonos así la prueba irrecusable de que estas leyes no son especiales de nuestro sistema solar, sino que reinan tambien hasta en las más apartadas regiones de la creacion: sólida y bella conquista de la astronomía, que asimismo debemos á los recientes progresos de los métodos de observacion y de cálculo. El número de estos sistemas binarios ó múltiples cuyos astros componentes circulan alrededor de un centro de gravedad comun, es verdaderamente pasmoso (pasaba de 2.800 en 1837); pero lo que principalmente hace de este descubrimiento una de las más brillantes conquistas científicas de nuestra época, es la estension que dá á nuestros conocimientos sobre las fuerzas esenciales del Universo; es la prueba que nos ha suministrado de la universalidad de la gravitacion. Los tiempos que emplean estas estrellas en trazar una revolucion entera, varian desde cuarenta y tres años, como en la estrella de la Corona, hasta miles de años, como en la 66 de la Ballena, en la 38 de Géminis y en la 100 de Piscis. Desde los cálculos de Herschell hechos en 1782, el satélite más próximo de la estrella principal en el sistema triple de Cáncer, ha completado ya una revolucion y aun parte de otra. Combinando convenientemente las distancias y los ángulos (4)

que determinaban en diferentes épocas las posiciones relativas de las estrellas que componen los sistemas dobles, se llega á calcular los elementos de sus órbitas reales, y aun á fijar provisionalmente sus distancias á la Tierra y la relacion de sus masas con la del Sol. Estos resultados conservarán largo tiempo un carácter hipotético, porque ignoramos si la fuerza de atraccion se regula invariablemente en aquellos sistemas, como en el nuestro, por la cantidad de las moléculas materiales; Bessel ha demostrado por qué aquella fuerza podría ser allí específica y no proporcional á las masas (5). La solucion definitiva de estos problemas, parece, pues, reservada á un porvenir muy lejano aun de nosotros.

Comparando el Sol con los astros que componen nuestra capa lenticular de estrellas, es decir, á otros soles que brillan por sí mismos con luz propia, se reconoce la posibilidad de determinar, respecto de algunos por lo menos, ciertos límites estremos entre los cuales deben hallarse comprendidas sus distancias, sus masas, sus magnitudes y su velocidad de traslacion en el espacio. Tomemos por unidad de medida el radio de la órbita de Urano, que equivale á diez y nueve radios de la órbita terrestre, y hallaremos que la distancia de *a* del Centauro, al centro de nuestro sistema planetario, contiene 11.900 de aquellas unidades; la de la estrella 61 del Cisne cerca de 31.300 y la de *a* de la Lira 41.600. La

comparacion del volúmen de las estrellas de primera magnitud con el del Sol, depende de su diámetro aparente; elemento óptico cuya determinacion presentará siempre una gran incertidumbre. Admitiendo con Herschell que el diámetro aparente de Arturo no escede de un décimo de segundo, resultará que su diámetro real es once veces mayor que el diámetro del Sol (6). Una vez que la distancia de la estrella 61 del Cisne es conocida, merced á los trabajos de Bessel, es posible determinar aproximadamente la masa de esta estrella doble. Bien es verdad, que no basta la porcion de la órbita que el satélite ha recorrido desde las observaciones de Bradley, para fijar con gran precision los elementos de su órbita real, y particularmente el eje máximo; sin embargo, el célebre astronómico de Kœnigsberg (7) cree poder afirmar que «la masa de esta estrella doble no difiere en mucho de la mitad de la del Sol.» Este es un resultado de medidas efectivas; que por lo tocante á analogías fundadas en la masa que predomina en los planetas provistos de satélites, y en la observacion hecha por Struve de que hay entre las estrellas brillantes seis veces más sistemas binarios que entre las estrellas telescópicas, han creido otros astrónomos poder atribuir á la mayor parte de las estrellas dobles, una masa media superior á la del Sol (8). Mucho tiempo ha de pasar todavía antes de obtener en este punto resultados generales. Añadamos por último, que Argelan-

der coloca al Sol en el rango de las estrellas cuyo movimiento propio es considerable.

Causas numerosas que obran incesantemente produciendo variaciones en la posicion relativa de las estrellas y de las nebulosas, en el resplandor las de diferentes regiones del cielo, y en la apariencia general de las constelaciones, pueden despues de miles de años imprimir un carácter nuevo al aspecto grandioso y pintoresco de la bóveda estrellada. Estas causas son: los movimientos propios de las estrellas; el de traslacion que lleva en el espacio todo nuestro sistema solar; la súbita aparicion de nuevas estrellas; la debilitacion y aun la estincion de algunas de las antiguas; y finalmente, y más que todo, los cambios que esperimenta la direccion del eje terrestre á consecuencia de la accion combinada del Sol y de la Luna. Dia llegará en que las brillantes constelaciones de Centauro y de la Cruz del Sud, serán visibles para nuestras latitudes boreales, en tanto que otras estrellas (Sirio y el Tahalí de Orion) dejarán de aparecer sobre el horizonte.

Semejantes consideraciones hacen sensible en algun modo la magnitud de aquellos movimientos que proceden con lentitud, pero sin interrumpirse nunca; y cuyos vastos periodos forman como un reloj eterno del Universo. Supongamos por un momento que se realizan los sueños de nuestra imajinacion: que nuestra vista escediendo los límites de la vision telescópica, adquiere una potencia sobrenatural; que nuestras sensaciones

duraderas nos permiten comprender los mayores intérvalos de tiempo; en tal supuesto al punto desaparece la inmovilidad que reina en la bóveda celeste: innumerables estrellas son arrastradas como torbellinos de polvo en direcciones opuestas; las nebulosas errantes se condensan ó se disuelven; la via láctea se divide en pedazos como un inmenso cinturon que se desgarra á girones; por todas partes reina el movimiento en los espacios celestes, como reina sobre la tierra en cada punto de ese rico tapiz de vegetales, cuyos retoños, hojas y flores presentan el espectáculo de un perpétuo desarrollo. El célebre naturalista español Cavanilles fué el primero que tuvo la idea de ver «crecer la yerba,» dirigiendo un fuerte anteojo provisto de un hilo micrométrico horizontal, ya sobre el tronco de un alóe americano *(Agave americana)* cuyo crecimiento es tan rápido, ya sobre la copa de un boton de bambú, de igual manera que lo hacen los astrónomos cuando miran por la cuadrícula de sus telescopios una estrella culminante. En la naturaleza física, para los astros como para los séres organizados, el movimiento parece ser una condicion esencial de la produccion, de la conservacion y del desarrollo.

El fraccionamiento de la via láctea que acabo de mencionar, merece especial atencion. Midiendo el cielo con la ayuda de estos poderosos telescopios, William Herschell, á quien es preciso tomar siempre por guia en esta parte de la his-

toria de los cielos, halló que la latitud real de la via láctea escede en 6 ó 7° á su latitud aparente, á la que se distingue con la simple vista y se halla figurada en los mapas celestes (9). Los dos nodos brillantes en que se reunen sus dos ramas, uno de los cuales esta situado hácia Cefeo y Casiopea, y el otro hácia el Escorpion y Sagitario, parecen ejercer sobre las estrellas inmediatas una atraccion poderosa.

Este conjunto de estrellas contiene á lo menos 33 000, de las que una mitad parece dirigida en un sentido completamente opuesto á la de la otra mitad; por donde Herschell supone una tendencia á la ruptura en esta parte de la capa estelar (10). Calcúlase en 18 millones el número de estrellas que permite distinguir el telescopio en la via láctea. Para formarse idea de la magnitud de este número, ó más bien, para buscar un término de comparacion, basta recordar que no divisamos á simple vista en toda la superficie del cielo, mas que 8.000 estrellas; que tal es, en efecto, el número de las comprendidas entre la primera y sesta magnitud. Por lo demás, los dos estremos de la estension. es decir, los cuerpos celestes y los animalillos microscópicos, concurren ambos á producir esa impresion de asombro que escitan en nosotros los grandes números, sentimiento estéril cuando se les presenta aislados, sin relacion con el plan general de la naturaleza ó con la inteligencia humana: una pulgada cúbica de trípol de

Bilin, contiene en efecto, segun Erhemberg, 40.000 millones de conchas silíceas de galionelas.

Segun hace notar Argelander, las estrellas brillantes son más numerosas en la region de la via láctea de nebulosas, que en cualquiera otra parte del cielo, pero además de esta via láctea compuesta de estrellas, hay otra via láctea de nebulosas que encuentra á la primera casi en ángulo recto. De las observaciones de Sir John Herschell, se desprende que la primera forma un anillo análogo al de Saturno, una especie de cinturon aislado por todas partes y colocado á alguna distancia de nuestra capa lenticular de estrellas. Nuestro sistema planetario está situado en el interior de este anillo, pero escéntricamente, más cerca de la region donde se halla la Cruz del Sud que de la region opuesta de Casiopea (11). Una nebulosa que Messier descubrió en 1774, pero que no pudo observarse sino imperfectamente, reproduce al parecer con asombrosa exactitud todos los rasgos del conjunto que acabamos de bosquejar, pues, se encuentra allí el grupo interior y el anillo formado por las diversas partes de la via láctea (12). Respecto de la via láctea compuesta de nebulosas, créese que no pertenece á nuestra zona estelar, sino que la rodea únicamente á una enorme distancia bajo la forma de un gran círculo, casi perfecto, que atraviesa las nebulosas de Virgo tan numerosas hácia el ála septentrional, la cabellera de Berenice, la Osa mayor, el

cinturon de Andrómeda y los Piscis boreales. Probablemente esta via láctea se cruza con la otra formada de estrellas hácia la region de Casiopea, reuniendo así sus polos situados én la direccion en que es menos espesa nuestra capa estelar; polos destruidos indudablemente por las fuerzas que condensaron las estrellas en grupos (13).

Segun estas consideraciones deberíamos representarnos en el espacio: primero, nuestro grupo de estrellas, donde se encuentran indicios de un cambio progresivo de formas, y aun de una dislocacion, determinada, indudablemente, por la atraccion de los centros secundarios; despues, dos anillos de los cuales, uno, colocado á muy grande distancia se compone esclusivamente de nebulosas, y el otro más aproximado á la Tierra, está formado enteramente de estrellas desprovistas de nebulosidades, (es el que llamamos via láctea). Estas estrellas parecen por término medio, de décima ó undécima magnitud (14); pero tomadas separadamente, difieren mucho entre sí; mientras que, por el contrario, las que componen los grupos aislados ofrecen casi siempre una perfecta uniformidad de magnitud y de brillo.

Por cualquier punto que se haya estudiado la bóveda celeste con auxilio de telescopios, bastante graduados, para penetrar en el espacio, háuse visto estrellas siquiera no hayan sido más que de vigésima ó vigésima cuarta magnitud; ó bien nebulosas, en las cuales, instrumentos más

poderosos, nos harían distinguir, sin duda, algunas estrellas aun más pequeñas. En efecto, los rayos luminosos que recibe la retina en estos diversos géneros de observacion, proceden, ya de puntos aislados, ya de puntos estremadamente cercanos; siendo en este último caso la visibilidad mayor que en el primero, como lo ha demostrado recientemente Arago (15). La nebulosidad cósmica universalmente esparcida en el espacio, modifica verosímilmente su trasparencia, y debería por lo tanto disminuir la intensidad de aquella luz homogénea que, debería existir en toda la bóveda celeste, segun Halley y Olbers, si cada uno de sus puntos fuese la base de una série infinita de estrellas dispuestas en el sentido de la profundidad (16). Pero estas ideas no están conformes con lo que nos enseña la observacion; muéstranos esta, regiones enteras desprovista de estrellas, aberturas en el cielo, como decía Herschell; existe una en Escorpion, de 4° de latitud, y otra en el Serpentario; cerca de estas dos aberturas y hácia sus bordes, se encuentran nebulosas resolubles. La que se nota al borde occidental de la abertura de Escorpion es uno de los más ricos grupos de pequeñas estrellas que pueden hallarse en el cielo. Herschell esplica por la atraccion de estos grupos la ausencia de estrellas en las regiones vacías (17). «Hay, dice, en nuestra zona estelar regiones que el tiempo ha destruido.» Si queremos representarnos las estrellas telescópicas escalonadas en el espacio,

como formando un tapíz que cubre toda la bóveda aparente del cielo, entonces, las regiones vacías de Escorpion y Serpentario, serian otras tantas aberturas por donde penetra nuestra vista hasta en las más hondas profundidades del universo. Allá donde las capas del tapíz están interrumpidas, habrá quizás otras estrellas que nuestros instrumentos no alcanzan á divisar. La aparicion de los metéoros igneos, indujo tambien á los antiguos á suponer que existen hendiduras ó brechas *(chasmata)* en la bóveda celeste; pero las consideraban únicamente como pasajeras, creyendo además que estas hendiduras eran brillantes y no oscuras, á causa del éter luminoso que debía segun ellos distinguirse, por aberturas accidentales (18). Derham y el mismo Huygens, no estuvieron muy lejos de esplicar de esta manera la tranquila luz de las nebulosas (19).

Cuando comparamos las estrellas de primera magnitud con las estrellas telescópicas, que están ciertamente, por término medio, mucho más apartadas de nosotros; cuando comparamos los grupos nebulosos con las nebulosidades irreductibles, como la de Andrómeda, por ejemplo, ó bien con las nebulosas planetarias, nuestras concepciones acerca de esos mundos situados á distancias tan diferentes y como perdidos en la inmensidad, esperimentan el dominio de un hecho que modifica, segun ciertas leyes, todos los fenómenos y todas las apariencias celestes: el hecho de la propagacion sucesiva de los rayos lumi-

nosos. Segun las últimas investigaciones de Struve, es de 30,808 miriámetros por segundo de velocidad de la luz: un millon de veces próximamente mayor que la del sonido. Con arreglo á lo que los trabajos de Maclear, de Bessel y de Struve nos han enseñado acerca de las paralajes y las distancias absolutas de tres estrellas muy desiguales en brillo, ^{a} del Centáuro, 61 del Cisne y œ de la Lira, un rayo luminoso, á partir de cada una de ellas emplearía respectivamente tres, nueve y un cuarto, y doce años para llegar de aquellos astros hasta nosotros. Ahora bien: en el corto pero memorable período de 1572 á 1604, es decir desde Cornelio Gemma y Tycho hasta Képlero, aparecieron sucesivamente tres estrellas nuevas, una en la Casiopea, otra en el Cisne y la otra en el pié del Serpentario. El mismo fenómeno se reprodujo en 1670, en la constelacion de Vulpeja, pero con intermitencia; y en estos últimos tiempos Sir John Herschell ha reconocido durante su permanencia en el Cabo de Buena Esperanza, que el brillo de la estrella ,, del Navío se había aumentado gradualmente desde la segunda hasta la primera magnitud (20). Todos estos hechos pertenecen en realidad á épocas anteriores á aquellas en que los fenómenos de luz los anunciaron á los habitanles de la tierra; llegan pues á nosotros como por la tradicion. Háse dicho con verdad, que, merced á nuestros poderosos telescopios, nos ha sido dable penetrar á la vez en el espacio y en el tiempo. Medimos

efectivamente el uno por el otro; y una hora de camino equivale para la luz á 110.000.000 de miriámetros que recorrer. Mientras que en la Teogonia de Hesiodo las dimensiones del Universo están espresadas por las caida de los cuerpos («el yunque de acero no cayó del cielo á la tierra más que 9 dias y 9 noches»), Herschell estimaba que la luz emitida por las últimas nebulosas, visibles aun con su telescopio de cuarenta piés, debía emplear cerca de dos millones de años para llegar hasta nosotros (21). Así pues, ¡cuántos fenómenos habrán desaparecido mucho antes de ser percibidos por nuestros ojos! y ¡cuántos cambios que no vemos aun se habrán verificado ya de muy antiguo! Los fenómenos celestes no son simultáneos sino en apariencia; y aunque se disminuya tanto como se quiera la distancia á que se hallan de nosotros las débiles manchas de nebulosa, ó los grupos estrellados; aunque se reduzcan los miles de años que miden sus distancias, no por ello dejará de ser luz que emitieron y que llega á nosotros hoy, en virtud de las leyes de la propagacion, el testimonio más antiguo de la existencia de la materia. De esta manera es como la ciencia lleva al espíritu humano desde las premisas más simples á las más altas concepciones, y abre esos campos fecundados de luz «donde infinitos mundos germinan como yerba de una noche (22).»

NOTAS.

Hemos suprimido la cifra de las centenas en la indicacion numérica de las notas; en vez de 115, por ejemplo, hemos puesto sencillamente 15. Esta supresion no puede ocasionar confusion, toda vez que al número de llamada está unido el de la página correspondiente.

NOTAS.

(1) Pág. 7.—Frase tomada de la preciosa descripcion de un bosque que se hace en *Pablo y Virginia,* de Bernardino de Saint-Pierre.

(2) Pág. 10.—Estas comparaciones solo son aproximadas: hé aquí las medidas exactas, es decir, la altura sobre el nivel del mar.

La Schneekoppe ó Riesenkppe, en Silesia, 1606 metros, segun Hallaschka; el Rigi, 1799, admitiendo 435 para la altura de la superficie del lago de los Cuatro Cantones. (Eschmann, *Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz*, 1840, p. 230); el monte Athos, 1065 m., segun el capitan Gauttier; el Pilato, 2300 m.; el Etna, 3314, segun el capitan Smyth (esta altura es de 3315 m. segun una medida barométrica de sir John Herschell, que este sábio tuvo á bien comunicarme por escrito en 1825; y de 3322 m., segun los ángulos de altura medios por Cacciatore en Palermo, y calculados admitiendo 0.076 como valor de la refraccion terrestre); el Schreckhorn, 0479 m.; el Junfrau, 4181, segun Tralles; el Mont-Blanc, 4808 m., segun diversas medidas discutidas por Roger (*Bibl. universal,* mayo 1828, p. 24-53), 4795 m., segun las medidas tomadas desde

el monte Colombier, en 1821, por Carlini, y 4800 m., segun los ingenieros austriacos que le midieron desde Trédlod y el ventisquero de Ambin. (La altura efectiva de las montañas de la Suiza varia próximamente 7 m., segun Eschmann, á causa del espesor variable de las capas de nieve que cubren sus cimas). El Chimborazo, 6529 m., segun mis medidas trigonométricas (Humboldt, *Recueil d'Observ. astron.*, t. I, p. LXXII); el Dhnwalagiri, 8556 m. Existiendo una diferencia de 136 m. entre las determinaciones de Blake y las de Webb, debemos observar que no es posible conceder la misma exactitud á la medida del Dhawalagiri (montaña blanca segun el sanscrito; *dhawala*, blanco, y *giri*, montaña), que á la del Jawahir, 7848 m., pues esta última se ha deducido de una operacion trigonométrica completa, (V. Hebert y Hogdson en los *Asiat. Researche.*, t. XIV, p. 189, y *Suppl. to Encycl. Brit.*, t. IV, p. 643). En otro lugar (*Ann. des Sciences natur.*, marzo 1825), he hecho ver que la altura del Dhawalahiri (8558 m.) depende á la vez de varios elementos algo inciertos, azimuths y latitudes astronómicas: (Humboldt, *Asie centrale*, t. III, p. 282). Se ha creido, pero infundadamente, que existía en la cordillera Tartárica (al Norte del Thibet) y frente á la cordillera de Kouenlun, varios picos nevados de 30,000 piés ingleses de elevacion (9144 m., casi doble de la altura del Mont-Blanc), ó por lo menos de 29,000 piés ingleses=8839 m. (*Cap. Alexander Gerard's and John Gerard's Journey to Boorendo Pass,* 1840, t. I, p. 143 y 131). El Chimborazo está indicado en el testo solamente como «uno de los picos más elevados de la cadena de los Andes,» porque en 1827, el distinguido y hábil viajero M. Pentland, midió en su memorable espedicion

al Alto-Perú (Bolivia), dos montañas situadas al Este del lago de Titicaca, el Sorata (7696 m.), y el Illimani (7315 m.) que esceden en mucho la altura del Chimborazo (6530 m.), y que casi alcanzan la del Jawahir, que es la mayor montaña medida hasta ahora en el Himalaya. Asi, el Mont-Blanc (4808 m.) es 1721 m. más bajo que el Chimborazo; éste cuenta 1165 menos que el Sorata; el Sorata, 154 m. menos que el Jawahir, y probablemente 863 m. menos que el Dhawalagiri. Las alturas de las montañas están insertas en esta nota con exactitud minuciosa, porque falsas reducciones han introducido en gran número de mapas y láminas modernas resultados completamente erróneos. Segun la nueva medida del Illimani por Pentland, en 1838, la altura de esta montaña es de 7275 m.; y su diferencia con la medida de 1827 es apenas de 41 m.

(3) Pág. 10.—La falta de palmeras y helechos arborescentes en las vertientes templadas del Himalaya, está demostrada en la *Flora Nepalensis* de Don (1825), así como en las notables láminas litografiadas de la *Flora Indica* de Wallich, catálogo que contiene la enorme cantidad de 7683 especies de plantas del Himalaya, casi todas fanerogamas, pero cuyo estudio y clasificacion han quedado incompletos. En el Nepaul (lat. 26° 1[2—27° 1[4), no conocemos aun mas que una sola especie de palmera, el *Chamærops Martiana Wall. (Plantæ Asiat.,* t. III, p. 5.), la cual crece á una altura de 1600 m. sobre el nivel del mar, en el humbrío valle de Bunipa. El magnífico helecho arborescente *Alsophila Brunoniana Wall.,* del cual el Museo británico posee desde 1831 un tronco de 15 metros de longitud, no crece en

el Nepaul, sino en las montañas de Silhet, al N. O. de Calcuta, por los 24° 50' de latitud. El helecho del Nepaul, *Paranema cyathoides Dod.*, otras veces *Sphœropteris barbata Wall.* (*Pl. Asiat.*, t. I, p. 42), se aproxima en verdad á la *Cyathea*, de la cual he visto en las misiones de Caripe de la América del Sur, una especie de 10 m. de altura; pero no es un árbol propiamente dicho.

(4) Pág. 11.—*Ribes nubicola, R. glacialis, R. grossularia*. Las especies que caracterizan la vegetacion del Himalaya son cuatro pinos, á pesar de la asercion de los antiguos «sobre el Asia oriental.» (Strabon, lib. XL. pág. 510 Cas.), veinticinco robles, cuatro abedules, dos *Æsculus* (un gran mono blanco de cara negra vive encima del castaño salvaje de 30 metros de altura que crece en el reino de Kachemira, hasta los 33° de latitud. Carl von Hügel, *Kaschmir*, 1840, 2.ª part., p. 249, siete arces, doce sauces, catorce rosales, tres fresales, siete especies de rosas de los Alpes (*Rhododendra*), una de las cuales tiene 6 m. de altura, y muchas otras especies septentrionales. Entre las coníferas se encuentra el *Pinus deodwara* ó *Deodara* (en sanscrito *dewa-dura*, madera de construccion de los dioses), que se aproxima mucho al *Pinus cedrus*. Cerca de las nieves perpétuas brillan las grandes flores de la *Gentiana venusta, G. Moorcroftiana, Swertia purpurascens, S. speciosa, Parnasia armata, P. nubicula, Pœnia Emodi, Tulipa stellata*; y aun al lado de estas variedades de los géneros de Europa, peculiares de las montañas de la India, encontramos varias especies europeas, tales como el *Leontodon taraxacum*, la *Prunella vulgaris*, el *Galium aparine*, el *Thlaspi arvense*. El brazo

mencionado ya por Saunders en el Viaje de Turner, y que entonces se habia confundido con el *Calluna vulgaris*, es una Andrómeda, dato de la mayor importancia para la geografía de las plantas asiáticas. Si he hecho uso en esta nota de espresiones poco filosóficas, tales como *géneros europeos, especies europeas, se encuentra en Asia en estado silvestre*, es una consecuencia del lenguaje empleado por la antigua botánica, que á la idea de una vasta diseminacion, ó más bien, de la coexistencia de las producciones orgánicas, ha sustituido muy dogmáticamente la hipótesis fabulosa de una imaginacion, que ella misma supone, en su predileccion por la Europa, haber procedido del Occidente hácia el Oriente.

(5) Pág. 11.—En la vertiente meridional del Himalaya, el límite de las nieves perpétuas se encuentra á 3947 m. sobre el nivel del mar; y en la vertiente septentrional, ó más bien, en los picos que se elevan sobre la meseta tibetana (tartárica), este límite asciende á 5067 m., desde los 30° 1[2 hasta los 32 de latitud; mientras que en el Ecuador, en la cordillera de los Andes de Quito, no pasa de una altura de 4813 m. Tal es el resultado que he deducido de la combinacion de un gran número de datos de Webb, de Gerard, de Herbet y de Moorcroft. (Véanse mis dos Memorias sobre las montañas de la India de 1816 y 1820, en los *Annales de Chimie et Physique*, t. III, p. 303; t. XIV, p. 6, 22, 50). Esta mayor altura, á que se vé relegado en la vertiente tibetana el límite de las nieves perpétuas, es consecuencia de la irradacion de las altas llanuras vecinas, de la pureza del cielo y de la rara formacion de la nieve en una atmósfera muy fria y seca á la vez. (Humboldt, *Asie centrale*, t. III, p. 281-326). Mi opinion acerca de la diferencia de altura de la nieve en

los dos lados del Himalaya, tenía en su apoyo la reconocida autoridad de Colebrooke. «Segun los documentos que poseo, me escribía en junio de 1824, encuentro tambien 13000 piés ingleses (3962 m.) para altura de las nieves perpétuas en la vertiente meridional y á los 31° de latitud. Las medidas de Webb me dan 13500 piés ingleses (4114 m.), por consiguiente, 500 piés (152 m.) más que las observaciones del capitan Hogson. Las medidas de Gerard confirman en un todo vuestra opinion, y prueban que la línea de las nieves es más elevada al Norte que al Sur.» Hasta este año (1840), no se ha impreso el diario completo de los hermanos Gerard, bajo los auspicios de M. Lloyd (*Narrative of a Journey from Caunpoor to the Boorendo pass in the Himalaya by cap. Alexander Gerard and John Gerard, edited by George Lloyd*, t. I. p. 291, 311, 320, 327 y 341). Se encuentran muchos detalles sobre algunas localidades, en la *Visit to the Shatool, for the purpose of determining the line of perpetual snow on the southern face of the Himalaya, in Aug.* 1822; desgraciadamente estos viajeros confunden sin cesar la altura en que cae la nieve esporádica con el máximun de la que alcanza la línea de las nieves en la meseta tibetana. El capitan Gerard distingue los picos que se elevan en el centro de la meseta, y en los que coloca el límite de las nieves perpétuas entre 18000 y 19000 piés ingleses (de 5486 á 5791 m.), de las vertientes septentrionales de la cordillera del Himalaya que rodean el desfiladero atravesado por el Sutledge, y cuyos flancos, profundamente surcados, no pueden irradiar mucho calor. La altura de la villa de Tangno es solo de 9300 piés ingleses (2835 m.), mientras que la de la meseta que rodea el mar sagrado de Manasa, debe ser de 17000 piés ingleses ó 5181 m. Tambien, hácia este punto en

que se interrumpe la cordillera, el capitan Gerard encontró la nieve á 500 piés ingleses (152 m.) más baja en la vertiente septentrional que en la meridional, frente al Indostan; y valúa en 15000 piés ingleses (4572 m.) la altura de las nieves perpétuas. La vegetacion de la meseta tibetana ofrece notables diferencias comparada con la de los terrenos meridionales que dependen de la cordillera del Himalaya. En estos últimos, las mieses cesan á los 3040 m.; á veces hasta hay que segarlas cuando los tallos están verdes; el límite superior de los bosques en que crecen aun grandes robles y pinos Dévadáru, se halla situado á 3645 m.; el de los abedules enanos 3957 m. En los llanos elevados, vió el capitan Gerard pastos hasta una altura de 5184 m.; los cereales dan resultados á 4300 m. y aun á 5650; los abedules de troncos altos á 4300 m., y se encuentran pequeños tallares que sirven de combustible hasta á 2500 m., esto es, 390 m. sobre el límite inferior de las nieves perpétuas, bajo el Ecuador, en Quito. Por otra parte, es de desear que la altura media de la meseta tibetana fijada por mí en 2500 m., solo entre el Himalaya y el Kouenlun, así como la diferencia de altura de las nieves en las vertientes del Sur y del Norte, sean determinadas nuevamente por viajeros acostumbrados á juzgar por la configuracion general del terreno. Con demasiada frecuencia se han confundido hasta ahora las simples evaluaciones con medidas efectivas, y la altura de los picos aislados con la de las mesetas que los rodean. (Consúltense las ingeniosas observaciones sobre la hipsometría, de Carl Zimmermann, en su *geographische Analyse der Karte von Inner-Asien*, 1841, p. 98). Lord hace notar la diferencia que presentan las dos vertientes del Himalaya y las de la cordillera alpina del Hindoukouch, con res-

pecto á los límites de las nieves perpétuas.» En esta última cadena, dice, la meseta está situada al Sur, y por consiguiente la altura de las nieves es mayor en la vertiente meridional; lo contrario tiene lugar en el Himalaya, que está limitado al Sur por terrenos cálidos, como el Hindoukouch lo está al Norte.» Los datos hipsométricos de que tratamos aquí, necesitan ciertamente una revision crítica respecto á los detalles; bastan sin embargo, para establecer el hecho capital de que la admirable configuracion del terreno del Asia central ofrece á la especie humana todo lo que es necesario para su desarrollo: habitacion, alimento y combustible, y esto á una altura sobre el nivel del mar tal, que á la misma en cualquier otro paraje no encontramos más que nieves perpétuas. Esceptuemos sin embargo la árida Bolivia en que tan raras son las nieves: Pentland, en 1837, fijó su límite á una altura media de 4775 m. entre los 16 y 17° 3[4 de latitud austral. Las medidas barométricas de Víctor Jacquemont, víctima prematura de un ardor noble é infatigable, han confirmado de la manera más completa la opinion que yo había emitido sobre la diferencia de las dos vertientes del Himalaya, en lo relativo á la altura de las nieves. (Véase su correspondencia durante su viaje á la India, 1828-1832, libro XXIII, p. 290, 296, 299). «Las nieves perpétuas, dice Jacquemont, descienden más en la pendiente meridional que en las pendientes septentrionales, y su límite se eleva constantemente á medida que nos alejamos hácia el Norte, de la cordillera que rodea la India. En la garganta de Kioubrong, á 5581 m. de altura, segun el capitan Gerard, me hallaba todavía muy por debajo del límite de las nieves perpétuas, que creo será en esta parte del Himalaya de 6000 m.» (Valuacion muy exagerada). «Cualquiera

que sea la altura á que se ascienda en la pendiente meridional del Himalaya, añade este viajero, siempre conserva el clima el mismo carácter, iguales estaciones que las llanuras de la India; el solsticio de verano produce lluvías no interrumpidas hasta el equinoccio de otoño. Pero desde Cachemira, cuya altura calculo ser de 5350 piés ingleses (1630 m., casi la altura de las ciudades de Méjico y de Popayan), comienza un nuevo clima en un todo diferente.» *(Correspond. de Jacquemont*, t. II, p. 58 y 74). El aire caliente y húmedo del mar, llevado por los monzones á través de las llanuras de la India, llega y se detiene en las pendientes avanzadas del Himalaya, segun la ingeniosa observacion de Leopoldo de Buch, y no se esparce por las regiones tibetanas de Ladak y de Lassa. Carl de Hügel aprecia la altura del valle de Cachemira sobre el nivel del mar en 5818 piés ingleses, ó bien 1775 m., segun el grado de ebullicion del agua (2.ª parte, p. 155, y *Journal of Geor ph., Society*, t. VI., p. 215). A los 34° 7' de latitud, se encuentran muchos piés de nieve, desde diciembre hasta marzo, en este valle donde los vientos casi nunca agitan la atmósfera.

(6) Pág. 12.—Véase en general mi *Essai sur la Géographie des plantes*, y el *Tableau physique des régions équinoxiales*, 1807, p. 80-88; sobre las variaciones de temperatura del dia y de la noche, véanse la lámina 9 de mi *Atlas geogr. et phys. du Nouveau Continent*, y los cuadros de mi obra *de Distributione geographica Plantarum secundum cœli temperiem et Altitudinem montium*, 1817, p. 90-116; la parte metereológica de mi *Asie centrale*, t. III, p. 212-224, y por último, la esposicion más nueva y más exacta de las variaciones que esperimenta la temperatura á

medida que se asciende en la cordillera de los Andes, en la Memoria de Boussingault *Sur la profondeur á laquelle on trouve, sous les tropiques, la couche de température invariable* (*Aunales de Chimie et de Physique,* 1833, t. LIII, p. 225-247). Esta memoria contiene las alturas de ciento veintiocho puntos comprendidos entre el nivel del mar y la vertiente de Antisana (5457 m.) así como la determinacion de su temperatura media atmosférica, la cual varía segun la altura, de 27°, 5 á 1°, 7.

(7) Pág. 16.—Véase sobre el Madhjadeca, propiamente dicho, la escelente obra de Lasse, *indische Alterthumskunde,* t. I. p. 92. Los Chinos llaman *Mokie-tki* al Bahar meridional situado al Sur del Ganges; véase *Foe-Koue-Ki,* por Chy-Fa-Hian, 1836, p. 256. Djambu-dwipa es la India entera; pero esta palabra significa tambien algunas veces uno de los cuatro continentes búdicos.

(8) Pág. 16.—*Ueber die Kawi-Sprache auf der Insel Java, nebst einer Einleitung ueber die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues des Menchengeschlechts,* por Guillermo de Humboldt, 1836, t. I, p. 5-310.

(9) Pág. 17.—Este verso está tomado de una elegía de Schiller que vió la luz por primera vez en las *Horen* de 1795.

(10) Pág. 22.—El micrómetro ocular de Arago, feliz perfeccionamiento del micrómetro prismático ó de doble refraccion de Rochon. Véase la nota de M. Mathieu, en la *Histoire de l'Astronomie au dix-huitiéme siécle,* por Delambre, 1827, p. 651.

(11) Pág. 25.—Carus, *Von den Ur-Theilen des Knochenund Schalen-Gerustes*, 1828, § 6.

(12) Pág. 26.—Plutarco, *in vita Alex. Magni, c.* 7.

(13) Pág. 32.—Las determinaciones aceptadas generalmente para el punto de fusion de las sustancias refractarias son exageradas. Segun las investigaciones siempre exactas de Milscherlich, el punto de fusion del granito no escede nunca de 1300° centígrados.

(14) Pág. 33.—Véase la obra clásica de Luis Agassiz sobre los peces del mundo antidiluviano: *Recherches sur les poissons fossiles*, 1834, t. I, p. 38; t. II, p. 3, 28, 34. Apend., p. 6. La especie entera de los *Amblypterus Ag.*, que se asemeja á la de los *Palæoniscus* (llamados tambien *Palæothrissum.*), desapareció bajo las formaciones jurásicas en el antiguo terreno hullero. Las escamas de los peces de la familia de los Lepidoides (órden de los Ganoides), forman como una especie de dientes en ciertos sitios y están cubiertas de esmalte, perteneciendo á las especies mas antiguas de peces fósiles despues de los Placoides; encuéntranse aun representantes vivos de estas especies en dos; el *Bichir* del Nilo y del Senegal y el *Lepidosteus* del Ohio.

(15) Pág. 35.—Gœthe, *Aphoristiches ueber die Natur* (edicion de las Obras Completas, 1833, t. L. p. 155.)

(16) Pág. 45.—Descubrimientos de Arago en 1811 (Delambre, *Hist. de l'Astron.*, pasaje ya citado, pág. 652.)

(17) Pág. 45.—Gœthe, *Aphoristiches ueber die Natur*. (Obras, t. L. p. 4).

(18) Pág. 48.—Pseudo-Platon, *Alcib.*, II, p. 148, ed. Steph.; Plutarco, *Instituta laconica,* p. 253, ed. Hutten.

(19) Pág. 55.—La *Margarita philosophica* del prior de la Cartuja de Friburgo, Gregorio Reisch, apareció primeramente bajo el siguiente título: *Æpitome omnis philoscphiæ, alias Margarita philosophica, tractans de omni gennere scibili.* La edicion de Heidelberg (1486) y la de Strasburgo (1504) llevan tambien este título; pero su primera parte fué suprimida en la edicion de Friburgo del mismo año y en las doce ediciones posteriores que se sucedieron en cortos intérvalos hasta 1535. Esta obra ejerció gran influencia en la difusion de los conocimientos matemáticos y físicos á principios del sigio XVI y Chasles, el distinguido autor del *Apercu historique des méthodes en géométrie* (1837), hizo ver cuán importante es la enciclopedia de Reisch para la historia de las matemáticas en la edad media. He sacado partido de un pasaje de la *Margarita philosophica* que se encuentra solo en la edicion de 1513, para esclarecer la importante cuestion de las relaciones del geógrafo de Saiut-Di , Hylacomilo (Martin Waldse müller, el primero que dió al Nuevo Continente el nombre de América), con Amerigo Vespucio, con el rey René de Jerusalem, duque de Lorena y las célebres ediciones de Ptolomeo de 1513 y 1522. Véase mi *Examen critique de la géographie du Nouveau Continent et des progrés de Pastronomie nautique aux* XV° *et* XVI° *siécles,* t. IV., p. 99-125.

(20) Pág. 55.—Ampére, *Essai sur la Philos, des Sciences,* 1834, p. 25; Whewel, *Induct. philos.*, t. II, p. 277; Parck, *Pantology,* p. 87.

(21) Pág. 55.—Todos los cambios en el mundo físico pueden referirse al movimiento. Véase Aristóteles *Phys. ausc.*, l. III, c. 1 y 4, p. 206 y 201 (l. VIII, c. 1, 8 y 9. p. 250, 262 y 265, ed. Bekker). *De Generat, et corrupt.*, l. II, c. 10, p, 336; Pseudo-Aristóteles, *de Mundo* c. 6. p. 398.

(22) Pág. 62.—Sobre la diferencia que existe entre la atraccion de las masas y la atraccion molecular, cuestion ya suscitada por Newton. Véanse Laplace, *Exposition du Systéme du Monde,* p. 384, y el *Supplément au livre X de la Mécaniqne céleste,* p. 3 y 4. Véanse tambien Kant, *Metaphys*, *Anfangsgrande der Naturwissenschaft.* (Obras completas, 1839, t. V, p. 309); Péclet, *Phgsique,* 1838, t. I, p. 59-63.

(23) Pág. 65.—Poisson, *Connaissances des temps pour l'anée* 1836, p. 64-66; Bessel, en los *Annalen der Phys. de Poggendorff,* t. XXV. p. 417; Encke, en las *Mémoires de l'Académie de Berlin,* 1826, p. 257; Mitscherlich, *Lehrbuch der Chemie,* 1837, t. 1, página 352.

(24) Pág. 66.—Cf. Otfried Müller, *Dorier,* t. 1, página 365.

(25) Pág. 67.—*Geographia generalis in qua affectiones generales telleris explicantur.* La edicion más antigua dada en Amsterdan por los Elzevir es del año 1650; la segunda (1672 y la tercera (1681), fueron publicadas en Cambridge por Newton. Esta obra capital de Varenio es, en el verdadero sentido de la palabra, una descripcion física de la tierra. Desde la descripcion del Nuevo Continente, discretamente bosquejada por el jesuita José de Acosta *(Historia natural de las Indias*, 1590), no habian sido considera-

das de una manera tan general las cuestiones que se relacionan con la física del globo. Acosta es más rico en observaciones, pero Varenio abraza un círculo de ideas más estenso, porque su permanencia en Holanda, centro de las más vastas relaciones comerciales de la época, le habia puesto en contacto con gran número de viajeros instruidos. «Generalis sive universalis geographia dicitur, quæ tellurem in genere considerat atque affectiones explicat, non habita particularium regionum ratione.» La descripcion general de la tierra por Varenio (*Pars absoluta*, capítulo I-XXII) es, en su conjunto, un tratado de geografía comparada, sirviéndome del término empleado por el autor mismo (*Geographia comparativa*, c. XXXIII-XL), pero en una acepcion mucho más restringida. Se pueden citar entre los pasajes más notables de este libro los siguientes: la enumeracion de los sistemas de montañas y el exámen de las relaciones que existen entre sus direcciones y la forma general de los continentes (p. 66-76, ed Cantabr. 1681); una lista de los volcanes apagados y de los volcanes en actividad; la discusion de los hechos relativos al reparto general de las islas y de los archipiélagos (p. 220), á la profundidad del Oceano con relacion á la altura de las costas próximas (p. 103), á la igualdad de nivel en todos los mares abiertos (p. 97), y á la dependencia que tienen entre sí las corrientes y los vientos reinantes; la desigual salumbre de los mares; la configuracion de las costas (p. 139); la direccion de los vientos como consecuencia de las diferencias de temperatura, etc.... Citaremos aun como muy notables las consideraciones de Varenio sobre la corriente equinoccial de Oriente á Occidente, á la cual atribuye el orígen del Gulf-Stream que principia en el Cabo de

San Agustin y desaparece entre Cuba y la Florida (p. 140). Nada más exacto que su descripcion de la corriente que baña la costa occidental del Africa, entre el Cabo Verde y la isla de Fernando Pó en el golfo de Guinea. Varenio esplica por el «levantamiento del fondo del mar» la formacion de las islas esporádicas: «magna spirituum inclosorum vi, sicut aliquando montes e terra protusos esse quidam scribunt (p. 225).» La edicion publicada por Newton en 1681 (*auctior et emendatior*) no contiene desgraciadamente ninguna adicion de tan notable genio, ni siquiera se menciona el achatamiento del globo terrestre, no obstante las esperiencias de Richer sobre el péndulo, de nueve años de anterioridad á la edicion de Cambridge. Por lo demás, los *Principia mathematica philosophiæ naturalis* de Newton, no fueron comunicados en manuscrito á la *Rogal Society* de Lóndres hasta abril de 1686. No se sabe á punto fijo dónde nació Varenio: segun Jœcher, en Inglaterra: la *Biographie universelle* (t. XLVII, p. 495) le supone nacido en Amsterdan; pero de la dedicatoria de su *Géographie génerale* al burgomaestre de esta ciudad, se deduce qce las dos suposiciones son falsas. Varenio dice claramente que se refugió en Amsterdam «porque su pais natal habia sido quemado y completamente destruido durante una larga guerra;» estas palabras parecen aplicarse al Norte de Alemania y á los estragos de la guerra de los Treinta años. En la dedicatoria de otra obra, *Descriptio regni Japoniæ* (Ams. 1649), al senado de Hamburgo, dice Varenio que hizo sus primeros estudios matemáticos en el Gimnasio de esta ciudad. Es, pues, de creer, que tan ingenioso geógrafo naciera en Alemania, y probablemente en Luneburgo. (Witten, *Mem. Theol*,

1685, p. 2142; Zedler, *Universal Lexikon*, t. XLVI, 1745, p. 187).

(26) Pág. 68.—«La Science gééographique générale comparée ou Etude de la terre, dans ses rapports avec la nature et avec l'histoire de l'homme,» por Carl Ritter (traducido del aleman al francés por E. Buret y E. Desor).

(27) Pág. 70.—*Hoonoc* en su acepcion más antigua y en el sentido propio de la palabra, significa adorno (ornato del hombre, de la muger ó del caballo): tomada en sentido figurado significa órden y ornamento del discurso. Por confesion de todos los antiguos, Pitágoras fué el primero que empleó esta voz para designar el órden en el Universo y aun el Universo mismo. Pitágoras nunca escribió, pero se encuentran pruebas muy antiguas de este aserto en muchos pasajes de los fragmentos de Philolao (véase Stobée *Eglogæ*, p. 360 y 460, ed. Hecren, y Bœckh, *Philolaus*, p. 62 y 90). Siguiendo el ejemplo de Næke, no citamos á Timeo de Locres por ser dudosa su autenticidad, Plutarco *(de Placitis philosophorum*, l. II. c. 1) dice del modo más claro que Pitágoras dió el nombre de Cosmos al Universo, á causa del órden que en él reina. (Véase tambien Galien, *de Historia philosoph.*, p. 429). De las escuelas filosóficas, esta palabra con su nueva significacion pasó al dominio de los poetas y de los prosistas. Platon designa los cuerpos celestes con el nombre de *Uranos*; pero el órden de los cielos es tambien para él el *Cosmos;* y en su *Timeo* (página 30, b.), dice que «el mundo es un animal »dotado de un alma.» Sobre el espíritu separado de la materia, ordenador del mundo, véase Anaxágoras

de Clazoméne. ed. Schaubach, p. 111, y Plutarco, *de Placitis philosoph.*, l. II, c. 3). En Aristóteles *(de Cœlo,* l, I, c. 9) el *Cosmos* es «el Universo y el órden del Universo;» pero tambien le considera como dividiéndose en dos partes en el espacio: el mundo sublunar y el mundo situado sobre la luna (*Meteorol.* l. I, c. 2 y 3, p. 339 a. y 340 b. ed. Bekker). La definicion del *Cosmos* que he citado anteriormente en el testo, está tomada del Pseudo-Aristóteles, *de Mundo,* c. II, p. 391. La mayor parte de los pasajes de los autores griegos sobre el *Cosmos,* se encuentran reunidos, primeramente en la controversia de Richard Bentley contra Charles Boyle, sobre la existencia histórica de Zaleuco, legislador de Locres (*Opuscula philologices,* 1781, p. 347, 445; *Disertation upon the Epistles of Phalaris*, 1817, p. 254); despues en la escelente obra de Næke, *Sched. crit* 1812, p. 9-15; y por último, en Teófilo Schmid, *ad Cleom. cycl. theor. met.*, l. I, c. 1, p. IX, 1 y 99. Tomada en acepcion mas restringida, la palabra *Cosmos* se ha empleado tambien en plural (Plut. *ibid.* l. I, c. 5) para designar las estrellas (Stobée, l. I, p. 514; Plut., l. II, c. 13), ó los innumerables sistemas diseminados como otras tantas islas en la inmensidad de los cielos, y formados cada uno de un sol y una luna (Anaxág. Claz., *Fragm.*, p. 89, 93, 120: Brandis, «Geschichte der Griechisch-Romischen »Philosophie,» t. I, p. 252). Cada uno de estos grupos, formando así un Cosmos, el Universo debe tener una significacion más amplia (Plut., l. II, capítulo 1). Hasta mucho tiempo despues del siglo de los Tolomeos, no se aplicó esta palabra á la tierra. Bœck ha dado á conocer inscripciones en elogio de Trajano y Adriano *Corpus Inscr. Grœc.*, t. I, núms. 334 y 1306), asi como por *mundo* se espresa á veces la tierra sola.

Ya hemos indicado esta singular division de los espacios celestes en tres partes, el *Olimpo*, el *Cosmos* y el *Uranos* (Stobee, l. I, p. 488; Philolao, p. 94-102); la cual se aplica á las diversas regiones que rodean este foco misterioso del Universo. En el fragmento que nos ha conservado esta division, el nombre de Uranos designa la region más interior situada entre la luna y la tierra; este es el dominio de las cosas variables. La region media, en la que los planetas circulan con órden inmutable y armonioso, se llama esclusivamante Cosmos, segun concepciones muy particulares sobre el Universo. En cuanto al Olimpo, es la region esterior, la region ígnea. Ciceron dice tambien en su traduccion de Timeo, c. 10: *quem nos lucentem mundum vocamus.* Por lo demás, la raiz sanscrita *mand.*, de la cual Pott hace derivar la palabra latina *mundus (Elymolog. Forschungen*, primera parte, p. 240), reune el doble significado de brillar y adornar. *Lóka* designa en sanscrito el mundo y los hombres, como la palabra francesa *mónde*, y se deriva, segun Bopp, de *lók* (ver y brillar): lo mismo sucede con la raiz eslava *sujet*, que quiere decir á la vez luz y mundo (Grimm *deuscre Gramm.*, t. III, p. 394). En cuanto á la palabra de que se sirven hoy los alemanes (*welt*, en antiguo aleman *weralt*, en antiguo sajon *worold* y *wéruld* en anglo-sajon), su significacion originaria fué, segun Jacobo Grimm, la de un intervalo de tiempo, una edad de hombre *(sæculum)* y no la del *mundus* en el espacio. Los *Etruscos* se imaginaban el mundo como una bóveda invertida y simétricamente opuesta á la bóveda celeste (Otfried Müller, *Etrusker*, segunda parte, p. 96, 98 y 143.) Tomado en una acepcion mas limitada aun, el mundo parece haber sido para los godos, la superficie

terrestre rodeada por una cintura de mares *(marei, meri):* lo llamaban *merigard,* literalmente «jardin de los mares.»

(28.) Pág. 71.—Véanse, sobre Ennio, las ingeniosas investigaciones de Leopoldo Krahner, en la disertacion titulada: «Grundlinien zur Geschickte des »Verfalls der romischen Stdats-Religion,» 1837, p. 41-45. Segun toda probabilidad, Ennio no ha tomado nada de los fragmentos de Epicarmo, aunque sí de los poemas compuestos bajo el nombre de este filósofo, y concebidos en el sentido de su sistema.

(29) Pág. 73.—Aulu Gelle, *Nóctes Atticæ,* l. V, c. 18.

(30) Pág. 82.—«Bruno, ou Du príncipe divin et »naturel des choses,» por J. de Schelling, traducido del aleman al francés por Husson, 1845, p. 204.

(31) Pág. 96.—Las consideraciones relativas á la diferencia que existe bajo el concepto de la claridad, entre un punto luminoso y un disco de diámetro angular apreciable, han sido desarrolladas por Arago en el «Analyse des travaux de sir William Herschell. »(Annuaire du Bureau des longitudes,» 1842, p. 410-412 y 441.)

(32) Pág. 98.—«Las dos nubes Magaliánicas, *Nubecula major et minor,* son objetos muy notables. La mayor se compone de conjuntos estelares irregulares, conjuntos esféricos y estrellas nebulosas mas ó menos grandes, mezcladas con nebulosidades irreductibles. Segun lo más verosímil, estas últimas no son sino un polvo estelar (star-dust); pero aun el teles-

copio de 20 piés es impotente para resolverlas en estrellas. Producen una claridad general cuyo campo de vision está iluminado y los otros objetos se encuentran diseminados sobre este fondo brillante. Ninguna otra region del cielo encierra tantas nebulosas y conjuntos de estrellas en el mismo espacio. La *Nubecula minór* es mucho menos bella; presenta más nebulosidades irreductibles, y los conjuntos estelares son á la vez menos numerosos y menos brillantes.» (Extracto de una carta de sir Jhon Herschell, fechada en Feldhuysen, Cabo de Buena Esperanza, 13 de junio de 1886.)

(33) Pág. 99.—Esta bella espresion *xóproc ovparav* tomada por Hesychius de un poeta desconocido, hubiera podido ser citada ya al tratar de los Campos celestes (Himmels-Garten, literalmente: jardines del cielo), si la palabra *xóproc* no hubiera sido empleada connunmente para designar de una manera general el espacio comprendido en un recinto. Por lo demás, no puede desconocerse la afinidad de esta palabra con el *Garten* de los alemanes (en lengua gótica *gards*, la cual se deriva, segun Jacobo Grimm, de *gairdan*, cingere), ó con el *grad*, *gorod* de los Eslavos, con el *khart* de los Osetas, y segun Pott, *Etymolog. Vorschungen,* primera parte, p. 144) con el *chors* de los Latinos (de donde *corte,* corte ó corral). Citemos tambien el *gard*, *gárd* de las lenguas del Norte (un cerramientó, y por consiguiente un cercado, una residencia), y las palabras persas *gerd gird,* recinto, círculo, despues residencia régia, castillo ó ciudad, como se vé en los antiguos nombres de lugares que se encuentran en el Schahnameh de Firdusi: *Siyawakchgird*, *Darabgird,* etc.

(34) Pág. 103.—El error probable de la paralaje de 22 del Centauro, determinada por Maclear, es de 0",064. *(Résultats de* 1839 *ct de* 1840). Véeanse las *Transact. of the Astron. Soc.*, t. XII. p. 370. Para la paralaje de la 61ª del Cisne, véase Bessel, en el *Annuaire* de Schumacher, 1839, p. 47-49: error medio 0",014. Respecto á la idea que debemos formarnos de la figura real de la via láctea, encuentro en Keplero este notable trozo *(Epitome Astronomiæ Copernicanæ,* 1618, t. I, l. I, p. 34-39): «Sol hic noster »nil aliud est quam una exfixis, nobis major et clarior »visa. quia propior quam fixa. Pone Terram stare »ad latus, uno semidiametro viæ lactæ, tunc hæc via »lactea apparebit circulus parvus, vel ellipsis parva, »tota declinans ad latus altcrum; eritque simul uno »intituita conspicua, quæ nunc non potest nisi dimi- »dia conspicl quovis momento. Itaque fixarum sphæra »non tantum orbe stellarum, sed etiam circulo lactis »versos non deorsum est terminata.»

(35) Pág. 106.—Si en las zonas abandonadas por la atmósfera del sol, se han encontrado moléculas demasiado volátiles para unirse entre sí ó á los planetas, deben, continuando su circulacion alrededor de este astro, ofrecer todas las apariencias de la luz zodiacal, sin oponer resistencia sensible á los diversos cuerpos del sistema planetario, bien por causa de su estremada rareza, bien porque su movimiento es casi el mismo que el de los planetas que encuentran.» Laplace, *Exposition du Systéme du Monde,* (quinta edicion), p. 415.

(36) Pág. 107.—Laplace, obra citada, página 396 y 414.

(37) Pág. 107.—Littrow, *Astronomie*, 1825, t. II, p. 107; Mædler, *Astron.*, 1841, p. 212; Laplace, obra citada, p. 210.

(38) Pág. 109.—Véase Keplero, sobre la densidad decreciente y el volúmen creciente de los planetas á medida que aumenta su distancia al Sol; considera el astro central (el sol) como el más denso de todos. Véase su *Epitome Astron.' Copern. in VII libros digesta*, 1618 1622, p. 420. Del mismo modo que Keplero y Otto de Guericke, pensaba Leibnitz que los volúmenes de los planetas crecen en razon de su distancia al Sol. Puede leerse su carta al burgomaestre de Magdeburgo (Maguncia, 1571), en la coleccion de Escritos alemanes de Leibnitz, editada por Guhrauer, primera parte, p. 264.

(39) Pág. 109.—Para la comparacion de las masas, véase Ëncke, en las *Astronom. Nachrichten* de Schumacher, 1843, n.° 488, p. 114.

(40) Pág. 113.—Admitiendo con Burckhardt, 0.2725 para diámetro de la Luna y 1|49,09 para su volúmen, se encuentra 0,5596, ó próximamente 5|9 para su densidad. Véase tambien G. Beer y H. Mædler, *der Mond*, p. 2 y 10; y la *Astronomie* de Mædler, p. 157. Segun Hansen, el volúmen de nuestro satélite es próximamente 1|45, (1|49,6 segun Mædler), y su masa 1|87,75, tomados el volúmen y la masa de la Tierra respectivamente por unidad. Para el tercer satélite de Júpiter, el mayor de todos, las relaciones con el planeta central son: 1|15360 el volúmen, y 1|11300 la masa. Respecto al achatamiento de Urano, véanse las *Astron. Nachrichten* de Schumacher, 1844, n.° 493.

(41) Pág. 118.—Véanse Beer y Mædler, obra citada, 185, p. 208, y § 347, p. 332, y de los mismos autores la *Physische Kenntniss der himmlischen Korper*, p. 4 y 69, tabla I.

(42) Pág. 120.—Los cuatro cometas más antiguos, cuyas órbitas se han podido calcular, fueron observados por los chinos, y son: el 1.º el del año 240 (en tiempo de Gordiano III); el 2.º el de 539 (en tiempo de Justiniano); el 3.º el de 565, y el 4.º el de 837. Segun Dujésur, este último permaneció durante 24 horas, á menos de 400,000 miriámetros de la Tierra. Su aparicion aterró de tal modo á Luis el Piadoso, que este príncipe creyó deber fundar muchos conventos á fin de conjurar el peligro. Durante este tiempo, los astrónomos chinos ebservaban de una manera verdaderamente científica, la trayectoria aparente del nuevo astro, midieron su cola, cuya longitud era de 60°, y describieron sus variaciones; pues era unas veces sencilla y otras múltiple. El primer cometa cuya órbita ha sido calculada por solo las observaciones europeas, fué el de 1456, una de las apariciones del cometa de Halley; durante mucho tiempo se creyó equivocadamente que esta era la primera aparicion bien cierta de este famoso cometa. Véase Arago, en el *Annuaire* de 1836, p. 204 y además la nota (56) de las aquí coleccionadas.

(43) Pág. 121.—Arago, en el *Annuaire* de 1832, p. 209-211. El cometa de 1402 fué visible en pleno sol, como el de 1843. Este último fué observado en los Estados-Unidos el 28 de febrero, entre una y tres de la tarde, por J. G. Clarke (en Portland, Estado del Maine). Se pudo medir con gran precision la distancia del núcleo al borde del Sol. Este núcleo debía ser muy

denso; el cometa tenía la apariencia de una nube blanca de contornos muy destacados: únicamente presentaba un espacio oscuro entre el núclo y la cola. (*Amer. Journ. of Science.* t. XLV, n.º 1, p. 229; *Astron. Nachrichten* de Schumacher 1843, n.º 491, p. 175).

(44) Pag. 121.—*Philos. Transact. for* 1808, 2.ª parte, p. 155; *for* 1812, 1.ª parte, p. 118. Los diámetros de los núcleos, medidos por Herschell, fueron de 538 y de 428 millas inglesas. Para las dimensiones de los cometas de 1798 y 1085, véase Arago en el *Annuaire* de 1832, p. 203.

(45) Pág. 124.—Arago *des Changements physiques de la cométe de Halley, du* 15 *au* 23 *octobre* 1835, en el *Annuaire* de 1836, p. 218-221. La direccion que afectan ordinariamente las colas de los cometas era ya conocida en tiempo de Neron, *Comæ racios solis effugiunt,* dice Séneca, *Nat. Quæst,* libro VII, cap. 20.

(46) Pág. 124.—Véase Bessel, en las *Astron. Nachrichten* de Schumacher, 1836, núm. 300-302, p. 188, 192, 197, 200, 202 y 230, y en el *Jahrbuhc* del mismo, 1837, p. 149-168. W. Herschell creyó encontrar en el magnífico cometa de 1811, indicios de un movimiento de rotacion en el núcleo y la cola. (*Phil. Transact. for* 1812, 1.ª parte, p. 140); la misma observacion hizo Dunlop en Paramatta, con respecto al tercer cometa de 1825.

(47) Pág. 125.—Bessel, en las *Astron. Nachrichten* de Schumacher, 1836, núm. 303, p. 231; *Schum. Jahrbuch,* 1837, p. 175. Véase tambien Lehmmann, sobre las colas de los cometas, en Bode's *Astrhn, Jahrb. fur.* 1836, p. 168.

(48) Pág. 125.—Aristóteles, *Meteor.* l. I, c. 8, 11-15

y 19-21 (ed. Ideler, t. I, p. 32-34), Biese, *Philos. des Aristóteles*, t. II, p. 86. Cuando se reflexiona en la influencia que ejerció Aristóteles durante toda la Edad media, no puede menos de deplorarse la hostilidad de este grande hombre contra las brillantes ideas de los antiguos pitagóricos sobre la estructura del Universo. en el mismo libro en que recuerda Aristóteles que la escuela de Pitágoras consideraba á los cometas como otros tantos planetas de largo período, declara él que los cometas son simples meteoros pasajeros, que nacen y se disipan en nuestra atmósfera. De la escuela de Pitágoras, estas ideas, cuyo origen se remonta á los Caldeos segun Apolonio de Mynda, llegaron á los Romanos que se limitaron á reproducirlas como hacian con todo. Apolonio, al describir las órbitas de los cometas dice, que penetran profundamente en las regiones superiores del cielo; sobre esto, Séneca se espresa como sigue *(Natur. Quœst.*, l. c. 17); «Cometes non est species falsa, sed proprium sidus, sicut Solis et Lunæ: altiora mundi secat et tunc demum apparet quum in imum cursum sui venit.» Añade (l. VII. c. 27): «Cometas æternos esse et sortir ejusdem cujos cœtera (sidera), etiamsi faciem illis non habent similem. Plinio (II, 25) hace igualmente alusion á las ideas de Apolonio de Mynda cuando dice: «Sunt qui et hæc sidera perpétua esse credant suoque ambitu ire, sed non nisi relicta á Sole cerni.»

(49) Pág. 126.—Olber, en las *Astron. Nachrichten*. 1828, p. 157 y 184. Arago, *de la Constitution physique des Cométes, Annuaire* de 1832, p. 203-208. Ya los antiguos habian notado que penetra nuestra vista al través de los cometas lo mismo que al través de una llama. La observacion más antigua de estrellas que

han permanecido visibles, á pesar de la interposicion de un cometa, se remonta á Demócrito (Aristóteles, *Meteor.*, l. I. c. 6). Este hecho ha dado ocasion á Aristóteles para referir que él mismo había observado la ocultacion de una estrella de Géminis, á causa de la interposicion de Júpiter. Séneca ha dicho: «Se ven las estrellas al través de un cometa lo mismo que al través de una nube.» *(Nat Quoet.* l. VII, c. 18); en realidad, estas palabras no deben referirse al cuerpo del cometa, sino solamente á su cola, pues el mismo Séneca añade (l. VII, c. 26): «Non in eaparte qua sidus ipsum est spissi et solidi ignis, sed qua rarus splendor occurrit et in crines dispergitur. Per intervalla ignium non per ipsos vides.» Esta última restriccion es supérflua; toda vez que puede verse á través de una llama cuyo espesor no sea muy considerable. Galileo no lo ignoraba y acerca de este particular hizo investigaciones las cuales cita en el *Saggiatore (Lettera á Monsignor Cesarini,* 1619.

(50) Pág. 126.—Bessel, en las *Astron. Nachrichten,* 1836, n.° 301, p. 204-206. Struve, en el *Recueil des Mén. de l'Acad. de Saint-Pétersbourg,* 1836, p. 140-143, y en las *Astron. Nachrlchten* 1836, n.°303, p. 238. «En Dorpat, la estrella que se hallaba en conjuncion con el cometa, distaba solo 2'', 2 del punto más brillante del núcleo. La estrella no dejó de ser visible; su luz no pareció debilitarse siquiera, en tanto que el núcleo del cometa fué como eclipsado por el brillo más intenso de la estrella que sin embargo no era más que de 9.ª ó 10.ª magnitud.»

(51) Pág. 127.—Las primeras investigaciones en que Arago hizo uso de los fenómenos de la polarizacion para analizar la luz de los cometas, llevan la

fecha del 3 de julio de 1819, la noche misma que aparecia de repente el gran cometa. Yo estaba entonces en el Observatorio, y pude convencerme, como Mathieu y como el difunto Bouvard, de que las dos imágenes luminosas obtenidas por medio del anteojo prismático, tenian un brillo desigual, cuando el instrumento recibia la luz del cometa, al paso que cuando mirábamos á la Cabra, cerca de la cual se encontraba el cometa aquella noche, las dos imágenes brillaban con la misma intensidad. En la época del retorno del cometa de Halley, en 1835, el aparato modificado indicaba la presencia de la luz polarizada, por el contraste de dos imágenes de colores complementarios (rojo y verde, por ejemplo): nueva aplicacion de la *polarizacion cromática*, cuyo descubrimiento es debido á Arago. Véanse, *Annales de Chimie*, t. XIII, p. 108, y el *Annuaire* de 1832, p. 216. «Del conjunto de estas observaciones, dice Arago, debe deducirse que la luz del cometa no estaba compuesta en su totalidad de rayos dotados de las propiedades de la luz directa, propia ó asimilada; en él se encontraba luz reflejada especialmente y prolongada, esto es, luz proveniente del sol. De este método no puede asentarse de una manera absoluta que los cometas no tengan luz propia. En efecto, hechos luminosos por sí propios, los cuerpos no pierden por esto la facultad de reflejar luces estrañas á ellos.»

(52) Pág. 128.—Arago, en el *Annuaire* de 1832, p, 217-220; Sir John Herschell, *Astronomie*, § 488.

(53) Pág. 130.—Encke, en las *Astron, Nachrichten*, 1843, n.° 489, p. 130-132.

(54) Pág. 131.—Laplace. *Expos. du Systéme du Monde*, p. 216 237.

(55) Pág. 131.—Littrow, *Beschreibende Astronomie*, 1835, p. 274. Acerca del cometa de corto periodo descubierto recientemente por Faye en el Observatorio de París, cuya escentricidad es 0,551, su distancia perihelia 1,690 y la afelia 5,832, véanse las *Astron. Nahrichten* de Schumacher 1844, n.º 495. (Acerca de la identidad presunta del cometa de 1766 con el tercer cometa de 1818, véase la obra citada, 1833, n.º 239; y sobre la identidad del cometa de 1743 con el cuarto cometa de 1819, el n.º 237.)

(56) Pág. 133.—Laugier, en los *Comptes rendus des Séances de l'Academie,* 1843, t. XVI, p. 1006.

(57) Pág. 137.—Fries, *Vorlesungen ueber die Sternkunde,* 1833, p. 262-267. Se encuentra en Seneca (*Nat, Quœst*, l. VII, c. 17 y 21) una prueba bastante mal elegida de la innocuidad de los cometas; habla el filósofo del cometa «quem nos Neronis principatu lœtissimo vidimus et qui cometis detraxit infamiam.»

(58) Pág. 139.—En Popayan (latitud boreal 2º26', altura sobre el nivel del mar, 1793 m.) En 1788, uno de mis amigos, persona muy instruida, vió en pleno dia un bólide tan brillante, que iluminó por completo toda su habitacion, á pesar de la luz solar cuyo resplandor no estaba debilitado por nube alguna. En el instante de su aparicion, el observador se hallaba de espaldas á la ventana; y cuando se volvió, una gran parte de la trayectoria recorrida por el bólide brillaba aun con mucha intensidad. En lugar de la repugnante espresion de *Sternchnuppe* (literalmente *pavesas de estrellas*) preferiria otras espresiones de aleman no menos castizo como *Sternshuss* ó *Sternfall*

(en sueco *Stjernfall*; *Star-shoot* en inglés y *Stella Candente* en italiano), si no me lo hubiera impedido la obligacion que me he impuesto de evitar escrupulosamente en mis escritos, las palabras inusitadas; cuando se trata de cosas conocidas generalmente y bien determinadas en el lenguaje ordinario. El vulgo en su física grosera cree que las luces celestes necesitan ser despabiladas como si fueran candiles. Sin embargo, he oido otros nombres menos agradables aun en los bosques próximos al Orinoco y en las solitarias orillas del Casiquiare; los indígenas de la mision de Vasiva (*Relat. hist. du Voyage auu régions équinoxiales*, t. II, p. 513), llaman á las estrellas errantes, *orina de las estrellas*, y al rocío que se deposita en perlas sobre las preciosas hojas de la heliconia, *saliva de estrellas*. El popular mito de los lituanos acerca del origen y significacion de las estrellas errantes, indica más elegancia y nobleza en esa facultad de la imaginacion que dá á todo una forma simbólica: «Cuando nace una criatura, Werpeja tuerce para él el hilo de su destino; cada uno de estos hilos se termina en una estrella. En el instante de la muerte, el hilo se rompe y la estrella cae, palidece y se apaga.» Estas palabras están estractadas del libro de Jacobo Grimn, *Deutsche Mithologie*, 1843, p. 685.

(59) Pág. 139.—Segun la relacion de Denison Olmsted, profesor del colegio de Yale en New-Havre (Connecticut). Véanse los *Annalen der Physik* de Poggendorff, t. XXX, p. 194. «Keplero, dicen, ha desterrado de la astronomía los bólides y las estrellas errantes. Segun él, estos metéoros son engendrados por las exhalaciones terrestres y van en se-

guida á perderse en las altas regiones etéreas.» Sin embargo, acerca de esto se ha esplicado con suma reserva. «Stellæ candentes, dice, sunt materia viscida inflammata. Eurum aliquæ inter cadendum absumuntur, aliquæ vere in terram cadvnt, pondere suo tractæ. Nec est dissimile vero quasdam conglobatas esse ex materia fœculenta, in ipsam auram æthercam immixta: exque ætheris regione, tractu rectilineo, per aerem trajicere, ceu minutos cometas, occulta causa motus utrorumque.» Keplero, *Epit. Astron. Copernicanæ*, t. I. p. 80.

(60) Pág. 140.—*Relation historique*, t. I, p. 80, 213 y 527. Si se distingue en las estrellas errantes como en los cometas la cabeza ó el núcleo y la cola, se puede juzgar por la longitud y el brillo de la cola ó del rastro luminoso, del grado de transparencia de la atmósfera, y dar cuenta de la superioridad de las regiones tropicales á este respecto. En ellas la impresion producida por el espectáculo de las estrellas errantes es más viva, sin que por esto el fenómeno necesite ser más frecuente; allí se ve mejor y dura más tiempo. Por lo demás, la influencia de la atmósfera sobre la visibilidad de estas apariciones, es hacer sentir, aun en las zonas templadas, por las grandes diferencias que se observan en apostaderos poco distantes. Asi Wartmann dice que el número de los metéoros que han podido contarse durante una aparicion de noviembre, en dos lugares próximos, en Ginebra y en Planchettes, estaban en la relacion de 1 á 17 (Wartmann, *Mem. sur les étoiles filantes*, p. 17). Brandes ha hecho una série de numerosas observaciones muy exactas acerca de las colas de las estrellas errantes. Este fenómeno no podria esplicarse por

la persistencia de la impresion producida en la retina, visto que continúa á veces hasta un minuto despues que el núcleo de la estrella ha desaparecido. Generalmente el rastro luminoso aparece inmóvil. (Gilbert's, *Annalen*, t. XIV, p. 251). Estos hechos establecen una gran analogía entre las estrellas errantes y los bólides. El almirante de Krusenstern, en su viaje alrededor del mundo, vió á un bólide dejar trás sí un rastro luminoso que brilló durante una hora, sin cambio sensible de lugar. (*Voyage*, primera parte, p. 58). Sir Alexander Burnes describe en brillantes términos la transparencia atmosférica de Bokhara (latit. 39° 43', altura sobre el nivel del mar, 390 m.: «There is also a constant serenity in ist atmosphere, and an admirable clearness in the sky. At night, the stars have uncommon lustre, and the milky way shinhes gloriously in the firmament. There is also a neverceasing display of the most brilliant meteors, which dart like rockets in the sky: ten or twelve of them are sometimes seen in an hour, assuming every colour; fiery, red, blue, pale and faint. It is a noble country for astronomical science, and great must have been the aventage enjoyed by the famed observatory of Samarkand.» Burnes, *Travels into Bokhara*, t. II, 1834, p. 138. Si Burnes cree que las estrellas errantes son numerosas cuando pueden contarse 10 ó 12 por ahora, no seria justo hacer de ello un motivo de censura para un viajero aislado: ha sido necesario recurrir en Europa á un sistema de observaciones regularmente continuado, antes de poder asegurar con Quetelet (*Corresp. mathém. et phys.*, nov. 1837, p. 447), que aparecen, por término medio, ocho estrellas errantes hor ahora en el círculo que abraza una sola persona; y aun otro esce-

lente observador, Olbers, reduce este número á cinco ó seis. (*Annuaire* de Schumacher, 1836, p. 325).

(61) Pág. 141.—Sobre el polvo *meteórico*, véase Arago, en el *Annuaire* de 1832, p. 254. Hace muy poco he tratado en otra obra (*Asie centrale*, t. I, p. 408) de demostrar cómo el mitoescítico del *oro sagrado*, que cayó del cielo en plena incandescencia. y fué luego una propiedad de la *Horda dorada* de los Paralatas (Herod., l. IV, c. 5-7), pudo tomar nacimiento en el confuso recuerdo de la caida de un aereolito. Los antiguos han hablado tambien de masas argentíferas lanzadas del cielo en tiempos del emperador Severo, y con las cuales se intentó platear algunas medallas de bronce (Dio Casio, l. LXXV, p. 1259); sin embargo, el hierro metálico habia sido ya reconocido como uno de los elementos de las piedras meteóricas (Plinio, l. II, c. 56). Respecto á la espresion tan repetida *lapidibus pluit*, sábese ya que no siempre se refiere á la caida de aereolitos. Asi, en el libro XXV, cap. 7, estas palabras designan *rapillis*, esto es, fragmentos de piedra pomez arrojados por un volcan no completamente estinguido, el Monte Albano, hoy Monte-Cavo; véase Heyne, *Opuscula, acad.*, t. III, p. 261, y mi *Relat. histor.*, t. I. p. 394. El combate sostenido por Hércules contra los Ligios cuando se dirigía desde el Cáucaso al jardin de las Hespérides, se refiere á otro órden de ideas. Este mito tenía por objeto asignar un orígen á los trozos de cuarzo que se encuentran en abundancia en los *Campos Ligios*, cerca de la embocadura del Ródano. Aristóteles creia que los arrojaba una hendidura eruptiva durante un temblor de tierra; y Posidonio los atribuye á la accion de las olas de un antiguo mar interior. En

un fragmento del *Prometeo libertado*, de Esquilo, se halla una descripcion, cuyos detalles todos pudieran aplicarse perfectamente á una lluvia de aereolitos. Júpiter *forma una nube* y hace caer «una lluvia de piedras redondeadas que tapizan el suelo de aquel país.» Ya Posidonio se permitía ridiculizar el mito geonóstico de los *tejos* y de los *pedruscos*. Por lo demás, la descripcion que han dejado los antiguos de las piedras de los *Campos Ligios* (hoy este país se llama *La Crau*), está conforme en un todo con la realidad. Véase Guerin, *Mesures barométriques dans les Alpes, et Météorologie d'Avignon*, 1829, c. XII, p. 115.

(62) Pág. 142.—El peso específico de los aerolitos varia desde 1, 9 (Alesia) á 4, 3 (Tabor); su densidad es generalmente tres veces mayor que la del agua. En cuanto á los diámetros *reales* que he asignado á los bólides, he recurrido á las medidas mas dignas de confianza: desgraciadamente el número de estas medidas es muy limitado. Hé aquí algunas: el bólide de Weston (Connecticut, 14 diciembre 1807), 162 m.; el observado por Le Roi (10 julio 1771), 325 m. próximamente; el del 18 de enero de 1783, le estimó sir Cárlos Blagden en 845 m. Brandes (*Unter-haltungen*, t. I, p. 42) asigna un diámetro de 25 á 40 m. á las estrellas errantes; aprecia la longitud de sus colas ó de sus rastros luminosos en dos ó tres miriámetros. Pero es de creer que los diámetros *aparentes* de los bólides y de las estrellas errantes han sido exagerados, bajo la influencia de ciertas causas de naturaleza óptica. Su volúmen no puede bajo ningun concepto compararse con el de Ceres, aun admitiendo «70 millas inglesas» como diámetro de este pequeño planeta. Véase la escelente obra: *On the Connesiok*

of the Physical Sciences, 1835, p. 411. Como documento justificativo en apoyo de un aserto de la página 106, sobre el gran aerolito caido en el lecho del rio de Narni, y que hasta ahora no ha sido encontrado, voy á trasladar aquí el pasaje que Pertz copió del *Chronicon Benedicti monachi Sancti Andrcœ, in Monte Soracte* (Biblioteca Chigi en Roma); este documento se remonta al décimo siglo y en él se refleja el estilo bárbaro de aquella época: «Anno, 921, temporibus domini Johannis decimi papæ, in anno pontificatus illius 7, visa sunt signa. Nam juxta urbem Romam lapides plurimi de cœlo cadere visi sunt. In civitate quæ vocatur Narnia, tam diri ac tetri, ut nihil aliud credatur, quam de infernalibus locis deducti essent. Nam ita ex illis lapidibus unus omnium maximus est, ut decidens in flumen Narnus, ad mensuram unius cubiti super aquas fluminis usque hodie videretur. Nan et ignitæ faculæ de cœlo plurimæ omnibus in hac civitate Romani populi visæ sunt, ita ut pene terra contingeret. Aliæ cadentes, etc.» (Pertz, *Monum. Germ. hist. scriptores,* t. III, p. 715.) Sobre el aerolito de Ægos,-Potamos, cuya caida dice la crónica de Paros haber tenido lugar en el año primero de la 78ª olimpiada (Bœckh, *Corp. Inscr, grœc..* t. II, p. 302, 320 y 340), cf. Aristóteles, *Meteor.*, l. I, c. 7 (Ideler, *Comm.*, t. I, p. 404-407); Stobee, *Ecl. phys.* l. I, c. 25, p. 508, ed. Heeren; Plutarco, *Lysandre,* c. 12; Diógenes Laert. l. II, c. 10. (Véanse tambien más adelante las notas 69, 87, 88 y 89). Segun una tradicion mogólica, una roca negra de 13 metros de altura, hubo de caer del cielo á una llanura próxima á las fuentes del Rio Amarillo en la China Occidental. (Abel Remusat. en el *Journal de Physique de Lametherie,* 1819, mayo, p. 264.)

(63) Pág. 144.—Biot, *Traité d'Astronomie physique,* (3.ª edic.) 1841, t. I. p. 149, 177, 238 y 312. Mi amigo el inmortal Poisson esplicó de una manera completamente nueva la ignicion espontánea de las piedras meteóricas á una altura en que la densidad de la atmósfera es casi nula. «A una distancia de la tierra tal, que la densidad de la atmósfera sea totalmente sensible, parece difícil atribuir, como ya se ha hecho, la incandescencia de los aerolitos á un rozamiento contra las moléculas del aire. ¿No pudiera suponerse que el fluido eléctrico, en estado neutro, formase una especie de atmósfera que estendiéndose mas allá de la masa de aire estuviera sometida á la atraccion de la tierra aunque físicamente imponderable, y que siguiera por tanto á nuestro globo en sus movimientos? En semejante hipótesis, al penetrar en esta atmósfera imponderable, los cuerpos de que tratamos descompondrian el fluido neutro por su desigual accion sobre las dos electricidades, y al electrizarse aumentaria su temperatura, concluyendo por ponerse en estado incandescente.» (Poisson. *Rech. sur la Probabilité des jugements,* 1837, p. VI.)

(64) Pág. 144.—*Philos. Transact.*, t, XXIX, pág. 161-163.

(65) Pág. 144.—La primera edicion de la importante obra de Chladni. *Ueber den Ursprug der von Pallas gefundenen und anderen Eisenmasen,* apareció dos meses antes de la lluvia de piedras de Siena, y dos años antes que Lichtemberg escribiera en una coleecion de Gœtinga «que piedras provenientes de los espacios celestes penetraron en nuestra atmósfera.» Véase tambien la carta de Olbers á Benzenberg, fecha 18 noviembre 1837, en la obra de este último sobre las estrellas errantes, p. 186.

(66) Pág. 145.—Encke, en los *Annalen* de Poggendorff, t. XXXIII (1834)., p. 213. Arago, en el *Annuaire* para 1836, p. 291. Dos cartas mias á Benzenberg, del 19 de mayo y del 23 octubre 1837, sobre la precesion presumible de los nodos de la órbita recorrida por el flujo periódico de las estrellas errantes (Benzenberg, *Sternschnuppen*, p. 207 al 209.) El mismo Olbers adoptó más tarde esta idea de un retardo progresivo en la aparicion de noviembre (*Astron. Nachrichten*, 1838, n.º 372, p. 180). Voy á esponer á continuacion los elementos que me parecen deben servir para fijar el movimiento de los nodos y añadiré dos observaciones árabes á la época descubierta por Boguslawski para el siglo XIV.

En el mes de octubre de 902, y en la noche en que murió el califa Ibraim-ben-Ahmed, aparecieron gran número de estrellas errantes; aparicion que «se asemejaba á una lluvia de fuego.» Por esta razon dióse á este año el nombre de *año de las estrellas*. (Conde, *Hist. de la dom. de los Arabes,* p. 346).

El 19 de octubre de 1202 «estuvieron en movimiento las estrellas durante toda la noche. Caian como langostas.» (*Comptes rendus,* 1837, t. I, p. 294, y Fræhn, en el *Bull. de l'Acad. de Saint-Petersbourg,* t. III, p. 308).

El 21 de octubre, est. ant. de 1366; *die sequente* post festum XI milliæ Virginum, ab hora matutina usque ad horam primam, visæ sunt quasi stallæ de cœlo cadere continuo, et in *tanta multitudine* quod nemo narrare *sufficit*. Esta curiosa noticia de la que vuelvo á ocuparme más adelante en el texto fué descubierta por M. de Boguslawski, hijo, en la *Chonicon Ecclesiœ Pragensis,* p. 389. Esta crónica se encuentra tambien en la segunda parte de los *Scripto-*

res rerum Bohemicarum, de Pelzel y Dobrowsky, 1784.)*Astron. Nachrichten* de Schumacher, diciembre 1839).

Del 9 al 10 de noviembre de 1787, observó Hemmer numerosas estrellas errantes en el mediodia de Alemania, y particularmente en Manheim. (Kæmtz, *Meteorologie,* parte III, p. 237.)

El 12 de noviembre de 1799, despues de la media noche, tuvo lugar la gran lluvia de estrellas errantes que hemos descrito Bompland y yo, y que fué observada en gran porcion de la tierra. (*Relat. hist.*, t. I, p. 519-527).

Del 12 al 13 de noviembre de 1822, Klœden vió en Postdan un gran número de estrellas errantes entremezcladas con bólides (Gilbert's *Annalen*, t. I, LXXII, p. 219).

El 13 de noviembre de 1831, hácia las cuatro de la mañana, vió el capitan Bérard una gran lluvia de estrellas errantes en la costa de España á la altura de Cartagena. (*Annuaire* de 1836, p. 297.)

En la noche del 12 al 13 de noviembre de 1833, la memorable aparicion tan bien descrita por Denison Olmsted, en la América del Norte.

En la del 13 al 14 de noviembre de 1834, el mismo fenómeno, aunque un tanto menos marcado, en la América del Norte (Poggend., *Annalen* t. XXXIV, p. 129).

El 13 de noviembre de 1835, un bólide esporádico cayó cerca de Belley, departamento del Ain, y prendió fuego á un monton de leña. (*Annuari* de 1836, p. 296).

En 1838, el flujo de las estrellas errantes se manifestó con mayor claridad del 13 al 14 de noviembre. (*Astron. Nachrichtem.* 1838, n.º 372)

(67) Pág. 146.—Me consta que de sesenta y dos estrellas errantes observadas en Silesia (1823), por invitacion de Brandes, viéronse muchas de ellas á una altura de 34, 45 y aun de 74 miriámetros. (Brandes, *Untorhaltungen fur Freunde der Astron. und Physik,* libro 1.º p. 48); pero á causa de la pequeñez de su paralaje. Olbers cree dudosas todas las determinaciones de alturas que escedan de 22 miriámetros.

(68) Pág. 146.—La velocidad planetaria, es decir, la celeridad de traslacion de los planetas en sus órbitas, es en Mercurio de 4,9; en Vénus, de 3, 6; en la Tierra, de 3, 0 miriámetros por segundo.

(69) Pág. 147.—Segun Chladni, fué un físico italiano, Paolo María Terzago, el primero que consideró los aerolitos como piedras arrojadas por la Luna. Emitió con efecto esta idea en 1660, en ocasion de haber sido muerto en Milan un monje franciscano por la caida de un aerolito. «Labant Philosophorum mentes,» dice en su obra *(Musœum Septalianum, Manfredi Septalœ, Patricii Mediolanensis, industrioso labore constructum.* Tortona, 1664. p. 44). «sub horum lapidum ponderibus; ni decere velimus, lunam terram alteram, sive mundum esse, ex cujus muntibus divisa frusta in inferiorem nostrum hunc orbem delabantur.» Olbers, que ignoraba estas hipótesis, se ocupó desde 1795, después de la célebre caida de aerolitos de Siena (16 junio 1794), en calcular la velocidad que deberia animar á una masa lanzada desde la Luna para llegar á la Tierra. Este problema de balística preocupó diez ó doce años después á los geómetras Laplace, Biot, Brandes y Poisson. La opinion muy admitida en aquella épo-

ca, y hoy abandonada, de que existían volcanes muy activos en la Luna, inducía al público á confundir dos cosas muy diferentes á saber: la posibilidad bajo el punto de vista matemático, y la vorosimilitud bajo el punto de vista físico. Olbers, Brandes y Chladni creyeron encontrar «en la velocidad relativa de 3 á 6 miriamétros por segundo, de que los bólides y estrellas errantes están animados cuando penetran en nuestra atmósfera,» un argumento decisivo contra el orígen salenítico de estos meteoros. Para que las piedras lanzadas de la Luna puedan llegar á la Tierra, es necesario, segun Olbers, que estén animadas de una velocidad inicial de 2527 métros por segundo. (Laplace había hallado 2396 m.; Biot, 2524; Poisson, 2314). Laplace considera esta velocidad inicial como siendo solamente 5 ó 6 veces mayor que la de una bala de cañon á su salida de la pieza; pero Olbers ha hecho ver «que si las piedras meteóricas fueran arrojadas de la Luna con una velocidad inicial de 2500 á 2600 m. llegarian á la Tierra animadas de una velocidad que sería solo de 1,14 miriámetros por segundo. Pero como la velocidad observada es realmente de 3,70 miriámetros por término medio, la velocidad de proyeccion inicial en la superficie de la Luna debería ser de 35700 m. próximamente, 15 veces mayor por lo tanto que la supuesta por Laplace.» (Olbers, en el *Schumacher's Jahrbuch*, 1837, p. 52-58, y en el *Neues Physik Worterbuch* de Gehler, t. VI, 3.ª parte, p. 2139-2136. Sin embargo, es preciso convenir en que si la hipótesis de los volcanes lunares fuese hoy aun admisible, la falta de atmósfera daría á estos volcanes una notable ventaja sobre los de la Tierra con relacion á la fuerza de proyeccion; pero con respecto á esto, carecemos de datos exactos aun para nuestros volcanes

y todo induce á creer que su fuerza de proyeccion ha sido notablemente exagerada. El doctor Peters, que observó y midió con escrupulosa exactitud todos los fenómenos del Etna halló que la velocidad máxima de las piedras arrojadas por su cráter era solo de 81 m. por segundo. Otras observaciones hechas en el Pico de Tenerife en 1798, dieron 975 m. Si Laplace, al hablar de las piedras meteóricas al final de la *Expos. du Syst. du monde* (edicion de 1824, p. 339), dice con inteligente reserva que «segun lo más verosímil provienen de las profundidades del espacio celeste,» se le vé en otro lugar sin embargo (cap. IV, p. 233) volver á la hipótesis selenítica con cierta predileccion (sin duda no debía conocer la enorme velocidad planetaria de las piedras meteóricas), y suponer que las piedras arrojadas por la Luna «llegan á ser satélites de la Tierra, describiendo á su alrededor una órbita más ó menos alargada, de tal suerte que no llegan á la atmósfera terrestre, sino después de muchas y á veces de un número muy considerable de revoluciones.» Así como á un italiano de Tortona ocurriósele un dia la idea de que los aerolitos provenian de la Luna, del mismo modo algunos físicos griegos imaginaron hacerlos venir del Sol. Diógenes Laercio (l. II, c. 9) relata esta opinion al hablar de la masa caida cerca de AEgos-Potamos (véase la nota 62). Plinio, el gran recopilador, recuerda tambien esta idea singular (l. II, c. 58): «Celebrant Græci Anaxagoram Clazomenium Olympiadis septuagesimæ octavæ seccundo anno prædixisse cœlestium litterarum scientia, quibus diebus saxum casurum esse e Sole, idque factum interdiu Thraciæ parte ad Ægos flumen.—Quod si quis predictum credat, simul fateatur necesse est majoais miraculi divinitatem Anaxogoræ fuisse, solvique rerum

naturæ intellectum, et confundi omnia, si aut ipse Sol lapis esse aut unquam lapidem in eo fuise credatur; decidere tamen crebo non erit dubium.» Se atribuia igualmente á Anaxágoras el haber profetizado la caida de una piedra de mediana magnitud, conservada en el gimnasio de Abydos. Aerolitos caidos en pleno dia, cuando la Luna no era visible, fueron probablemente el orígen de la idea de piedras arrojadas por el Sol. Uno de los dogmas físicos de Anaxágoras, dogmas que atrajeron sobre él persecuciones religiosas, fué que el Sol era «una masa incandescente en fusion. En el Faeton de Eurípides, llámase al Sol, segun la idea del filósofo de Clazomena «masa de oro,» es decir, *materia* de color de fuego y que brilla con un vivo resplandor. Véase Walckenaer. *Diatribe in Eurip. per. dram. Reliquias,* 1767, p. 30; Diog. Laert, l. II. c. 10.—Encontramos, pues, en los físicos griegos cuatro hipótesis diferentes: los unos atribuyen estos meteoros á las exhalaciones terrestres; los otros, á piedras arrancadas y levantadas por huracanes: (Arist., *Meteorol.*, l. I, c. 4 y 9). Estas dos primeras opiniones asignan un orígen terrestre á las estrellas errantes y á los bólides. La tercera hipótesis coloca este orígen en el Sol; y finalmente, la cuarta lo coloca en los espacios celestes, esplicando el fenómeno por la aparicion de astros por mucho tiempo invisibles, á causa de su alejamiento. Sobre esta última opinion de Diógenes de Apolonia, opinion que coincide completamente con las ideas actuales, véase el texto pág. 111 y la nota 88. Por mi profesor de lengua persa, M. Andrea de Nerciat (sábio orientalista, actualmente en Smirna), sé que en la Siria se dá mucha importancia, á causa de una antigua creencia popular, á las piedras caidas del cielo, cuando este está iluminado por la Luna. Los

antiguos, por el contrario, se preocupaban por la caida de aerolistos durante los eclipses de Luna: Véase Plinio, l. XXXVII, c. 10; Solinus, c. 37: Salm., *Exerc.*, p. 531, y los pasajes reunidos por Ukert en la *Geogr. der Griechen und Rómer*, 2.ª parte, l. 1, p. 131, nota 14. Véase sobre la inverosímil hipótesis de Fusieneri, que atribuia la formacion de las piedras meteóricas á la condensacion súbita de vapores metálicos de que estuvieron ordinariamente cargadas las capas superiores de la atmósfera, como sobre la penetracion mútua y la mezcla de gases de especies diferentes, mi *Relat hist*, t. I, p. 525.

(70) Pág. 148.—Bessel, en la *Astron. Nachrichten* de Schum., 1839, números 380 y 381, p. 222 y 346. Termina la Memoria con una comparacion de las longitudes del Sol con las épocas de la aparicion del mes de noviembre, á partir de 1799, fecha de la primera observacion practicada en Cumana.

(71) Pág. 149.—El doctor Tomás Forster dice (*The pocket Encyclop. of Natural Phœnomena,* 1827, p. 17), que en el colegio de Christ-Church en Cambridge, se conserva un manuscristo titulado: *Ephemerides rerum naturalium*, cuyo autor parece ser un fraile del siglo precedente. Al lado de cada dia del año, indica el manuscrito el fenómeno correspondiente, como la primera florescencia de ciertas plantas, la llegada de los pájaros, etc... El 10 de agosto está designado bajo el nombre de *meteorodes*. Esta indicacion, unida á la tradicion relativa á las lágrimas de fuego de San Lorenzo, determinaron á M. Forster á seguir asíduamente la aparicion del mes de agosto. (Quételet, *Corresp. mathem.*, série III, t. I, 1837, p. 433).

(72) Pág. 149.—Humboldt, *Relat. hist.*, t. I. p. 519-527; Ellicot en las *Transact. of the American Society*, 1804, t. IV, p. 29. Arago dice, hablando de la aparicion de noviembre: «Así se confirma cada vez más la existencia de una zona compuesta de millares de pequeños cuerpos, cuyas órbitas encuentran al plano de la eclíptica hácia el punto que la Tierra vá á ocupar todos los años del 11 al 13 de noviembre. Es un nuevo mundo planetario que empieza á revelársenos.» *Annuaire* de 1836, p. 296).

(73) Pág. 150.—Cf. Musschenbroek, *Introd. ad Phil. Nat.*, t. II, p. 1061; Howard, *Ctimate of London*, t. II, p. 23, observaciones del año 1806, por consiguiente, siete años anteriores á las primeras de Brandes (Benzenber *Sternschnuppen*, p. 240-244); las observaciones de agosto hechas por Tomás Forster, en Quételet, obra citada, p. 438-453; las de Adolfo Erman, de Boguslawsky y de Kreil, en el *Jahrbuch* de Schum. 1838, p. 317-330. Sobre la posicion del punto de divergencia de los meteoros en la constelacion de Perseo, el 10 de agosto 1839, véanse las escelentes medidas de Bessel y de Erman (Schum., *Astron. Nachrichten*, números 385 y 428). Sin embargo, parece que el movimiento en la órbita no fué retrógrado el 10 de agosto de 1837. Véase Arago, en los *Comptes rendus*, 1837, t. II, p. 183.

(74) Pág. 150.—El 25 de abril de 1095, «una infinidad de personas vieron caer las estrellas del cielo, tan compactas como el granizo,» (ut grando, nisi lucerent, pro densitate putaretur; Baldr., p. 88); llegóse á creer en el Concilio de Clermont, que tal suceso debía ser presagio de grandes revoluciones en la cris-

tiandad; Wilken, *Geschichte der Kreuzzüge*, t. I, p. 75. El 22 de abril de 1800, se vió una gran lluvia de estrellas errantes en la Virginia y en Massachussets; parecía «como la combustion de un cohete que hubiese durado dos horas.» Arago fué el primero que señaló la periodicidad de este «surco de asteroides.» (*Annuaire* de 1836, p. 297). Las lluvias de aerolitos á principios de diciembre, son tambien muy notables; y pueden encontrarse indicios de su periodicidad en las antiguas observaciones de Brandes (contó dos mil estrellas errantes durante la noche del 6 al 7 de diciembre de 1798), y quizás tambien en la enorme lluvia de aerolitos que cayó en el Brasil, el 11 de diciembre de 1836, cerca del pueblo de Macao, sobre el rio Assu (Brandes, *Unterhaltungen*, 1845, 1.ª entrega, p. 65, y *Comptes rendus*, t. V, p. 211). Capocci descubrió doce lluvias de aerolitos entre el 27 y 29 de noviembre (de 1809 á 1839), y otros fenómenos del mismo género correspondientes al 13 noviembre, al 10 agosto y al 17 julio. (*Comptes rendus*, t. XI, p. 257). Es muy notable, el que ningun flujo *periódico* de estrellas errantes ó de aerolitos se haya presentado hasta ahora en las partes de la órbita terrestre que corresponden á los meses de enero, febrero y tal vez marzo. Sin embargo, yo he observado en el mar del Sur, el 15 de marzo de 1803, una gran cantidad de estrellas errantes, y se ha visto en Quito una lluvia de meteoros del mismo género, poco tiempo antes del horrible temblor de tierra de Riobamba (3 febrero 1797). Reasumiendo, las épocas siguientes parecen deber fijar la atencion de los observadores:

22-25 abril:

17 julio (17-26 julio?) (Quételet., *Corresp.*, 1837, p. 435);

10 agosto;

12-14 noviembre;
27-29 noviembre;
6-13 diciembre.

La multiplicidad de estos flujos periódicos no deben ser objeto de séria dificultad, como no lo es el gran número de cometas que llenan los espacios celestes, sin que la diferencia esencial que existe entre un cometa aislado y un anillo de asteroides, pueda hacer viciosa la asimilacion.

(75) Pág. 151.—Fernando de Wrangel, *Reise längs der Nordkuste von Siberien in den Jahren*, 1820-1824, 2.ª parte, p. 259.—Sobre la vuelta de la gran aparicion del mes de noviembre, en períodos de 34 años, véase Olbers, en el Schumacher's *Jarbuch*, 1837, p. 280. —He oido decir en Cumana, que poco tiempo antes del temblor de tierra de 1766, se había visto un fuego de artificio celeste, semejante al del 11 al 12 de noviembre de 1799; el intérvalo sería pues de 33 años. Sin embargo, el temblor de tierra no tuvo lugar á principios de noviembre, sino el 21 de octubre de 1766. Una noche apareció el volcan de Cayambo, durante una hora, como envuelto por una lluvia de estrellas errantes, y los habitantes de Quito, asustados por esta aparicion, hicieron procesiones, con objeto de atenuar la cólera celeste; quizás los viajeros que van á Quito pudieran decirnos la fecha precisa de este fenómeno. Véase *Relat. hist.*, t. 1, c. 4, p. 307; c. 10, p. 520 y 527.

(76) Pág. 153.—Estracto de una carta que me fué dirigida con fecha 24 enero 1838. El enorme enjambre de estrellas errantes del mes de noviembre de 1799, no fué visible más que en América; pero allí se observó desde New-Herrnhut, en la Groenlandia, hasta el

Ecuador. El enjambre de 1831 y el de 1832 se vieron solo en Europa; los de 1833 y 1834 únicamente lo fueron en los Estados-Unidos de América.

(77) Pág. 154.—Carta de M. Eduardo Biot á M. Quételet, *sobre las antiguas apariciones de estrellas errantes en China*, en los *Bull. de l' Acad. de Bruxelles*, 1843, t. X, n.º 7, p. 8.—Sobre la noticia sacada del *Chronicon Ecclesiæ Pragensis*, véase Boguslawsky hijo, en los *Annalen* de Poggend., t. XLVIII, p. 612.

(78) Pág. 154.—«Se cree que un número que parece inagotable, de cuerpos demasiado pequeños para ser observados, se mueven en el cielo, ya alrededor del Sol, ya alrededor de los planetas, así como quizás tambien alrededor de los satélites. Supónese que cuando nuestra atmósfera encuentra á estos cuerpos, la diferencia entre su velocidad y la de nuestro planeta es suficientemente grande para que el rozamiento que sufren contra el aire, eleve su temperatura hasta el punto de ponerlos incandescentes y á veces hasta de hacerlos estallar. Si el grupo de las estrellas errantes forma un anillo contínuo alrededor del Sol, su velocidad de circulacion, podrá ser muy diferente de la Tierra; y sus desplazamientos en el cielo, consecuencia de las acciones planetarias, podrán aun hacer posible ó imposible, en diversas épocas, el fenómeno de que se encuentren en el plano de la eclíptica.» (Pooisson, *Recherches sur la probabilité des juments*, p. 306-307).

(79) Pág. 155.—Humboldt, *Essai politique sur la Nouvelle-Espagne* (2.ª edicion), t. III, p. 310.

(80) Pág. 156.—Plinio habia observado ya el color

particular de la costra de los aerolitos «*colore adusto*» (l. II, c. 56 y 58): la espresion »*lateribus pluisse*» se refiere igualmente al aspecto de los aerolitos cuya superficie indica la accion del fuego.

(81) Pág. 156.—Humboldt, *Relat. hist.* t. II. c. 20, p. 299-302.

(82) Pág. 157.—Gustavo Rose, *Reise nac dew Ural*, t. II, p. 202.

(83) Pág. 158.—G. Rose, en los *Annalen* de Pogged., 1825, t. IV., p. 173-192; Rammelsberg, *Erstes Suppl. zum chem. Handwórterb, der Mineral.*, 1843, pág. 102.

«Es un hecho muy notable y por mucho tiempo olvidado, dice Olbers, el que ningun aerolito *fósil* haya sido encontrado entre las conchas fósiles de los terrenos secundarios y terciarios. ¿Débese deducir de aquí que si caen verosímilmente, segun Schreibers, setecientos aerolitos por año sobre la superficie actual del globo, no haya caido ninguno antes de la época en que fué formada esta superficie?» (Olbers, Schum. *Jharbuch,* 1838, p. 329.) Muchas masas de hierro nativo niquelífero, de naturaleza problemática, han sido halladas á una profundidad de 10 metros debajo de tierra en el norte del Asia (lavaderos de oro de Petropawlowsk), y muy recientemente aun en los Karpatos occidentales (minas de Magura, cerca de Szlanicz). Cf. Erman, *Archiv. fur wissensebatfl. Kunde von Russland,* tomo I, p. 315; y Haidinger, *Bericht uber die Szlaniczer Schúrfe in Ungarn.*

(84) Pág. 158.—Berzélius, *Jahresbericht.* t. XV. p.

217 y 231; Rammelsberg *Handwörterbuch*, 2.ª parte, p. 25-28.

(85) Pág. 158.—«Sir Isaac said, he took all the planets to be composed of the same matter with this earth. viz, earth, water and stones, but variously concocted.» Turner, *Collections for the hist. of Grantham. cont. authentic Memoirs of sir Isaac Newton*, p. 172.

(86) Pág. 160.—Adolfo Erman, en los *Annalen* de Poggend., 1839, t. XLVIII, p. 582-601.

Algunos años antes, dudaba Biot que la corriente de asteroides de noviembre, debiera reaparecer hácia principios de mayo (*Comptes rendus*, 1836, t. II, página 670). Madler investigó, mediante ochenta y seis años de observaciones meteorológicas hechas en Berlin, lo que se debe pensar de la popular creencia relativa á los tres famosos dias de frio del mes de mayo (*Verandl. der Vereins fur Beförd. des Gartenbaues*, 1834, p. 377), y halló que efectivamente, el 11, el 12 y el 13 de mayo, la temperatura retrógrada 1.º22, precisamente en la época del año en que el movimiento ascendente deberia ser el más marcado. Convendria que este fenómeno curioso, donde se ha visto el efecto de la fundicion de los hielos en el noroeste de Europa, pudiera ser estudiado simultáneamente en puntos muy distantes, en América, por ejemplo, y en el hemisferio austral, Cf. el *Bull. de l'Acad. imp. de Saint-Petersbourg*. 1843, t. I, número 4.

(87) Pág. 161.—Plutarco, *Lysandro*, c. 22. Segun la narracion de Damachus (Daimachos) se ha visto

durante setenta dias consecutivos, una nube inflamada arrojar chispas que se asemejaban á estrellas errantes, descender despues y lanzar por último la piedra de Ægos-Potamos, «que solo formaba una porcion insignificante de la nube.» Esta narracion es inverosímil; puesto que de ella resultaria que el bólide ha debido moverse durante setenta dias en el mismo sentido y con la misma velocidad que la tierra, circunstancia á la cual solo obedeció durante un corto número de minutos, el bólide del 19 de julio de 1686, descrito por Halley. Por lo demás, este Daimachos, el escritor, podria ser muy bien el Daimachos de Platea, que Seleuco envió á las Indias al hijo de Androcoto y que Strabon (p. 70, Casaub), presenta como un «gran narrador de fábulas;» otro trozo de Plutarco *Parall. de Solon, et de Public.*, c. 4, induciría á pensarlo. Sea como fuere, aquí solo se trata de la narracion muy tardía de un autor que escribia en Tracia, siglo y medio despues de la caida del célebre Aerolito, y cuya veracidad ha parecído suspecta á Plutarco.

(88) Pág. 161.—Stob., ed. Heeren, l. I, c. 25. p. 508; Plutarco, *de Plac. philos.*, l. II, c. 13.

(89) Pág. 162.—El trozo notable de Plutarco (*de Plac. philos.*, l. II, c. 13) está concebido en estos términos: «Anaxagoras demuestra que el éter ambiente es de naturaleza ígnea, por la fuerza de su movimiento giratorio, arranca pedazos de piedras, los pone incadescentes y los transforma en estrellas.» Parece que el filósofo de Clazomena, esplicaba tambien por un efecto análogo del movimiento general de rotacion, la caida del leon de Nemea, que una antigua

tradicion hacía caer *de la Luna* sobre el Peloponeso (Elien.,. l. XII, c. 7; Plutarco, *de Facie in orbe Luna*, c. 24; *Schol. ex Cod. Paris in Apoll. Argon.*, l. I, p. 498, ed Schœf.; t. II, p. 40; Meineke, *Annal. Alex.*, 1843, p. 85). Antes teniamos *piedras de la luna*, ahora tenemos un *animal caido de la luna*. Segun la ingeniosa observacion de Bœckh este antiguo mito del leon lunario, de Nemea, tiene un orígen astronómico, y en la cronología se halla en relacion simbólica con el cielo de intercalacion del año lunar, con el culto de la Luna en Nemea, y los fuegos que le acompañaban.

(90) Pág. 164.—Copio aquí un notable trozo de Keplero sobre las irradiaciones calóricas de las estrellas; una de esas inspiraciones que á cada paso se encuentran en los escritos de tan distinguido sábio. «Lucios proprium est calor: sydera omnia calefaciunt. De syderum luce claritatis ratio testatur, calorem universorum in minori esse proportione ad calorem unius solis quam ut ab homine, cujus est certa caloris mensura, uterque simul percipi et judicari possit. De cincindularum lucula tenuissima negare non potes, quin cum calore sit. Vivunt enim et moventur, hoc autem non sine calefactione perficitur. Sed neque putrescentium lignorum lux suo calore destituitur; nam ipsa putredo quidem lentus ignis est. Inest et stirpibus suus calor.» (*Paralipomena in Vitell. Astron. pars obtica*, 1604, prop. XXXII, p. 25). Cf. Keplero, |*Epit. Astronomia Copernicanæ*, 1818, t. I, l. I, p. 35.)

(91) Pág. 168.—«Thereis another thing, wich I recommend to the observation of mathematical men:

wich is, that in February, and for a little before, and a little after that month (as I have observed several years together) about sev in the evening, when the Twilight hath almost deserted the horizon, you shall see a plainly discernable way of the Twilight strihin up toward the Pleiades, and seeming almost to touch them. It is so observed any clear night, but it is best *illac nocte*. There is no such way to be observed at any other time of the year (taht I can perceibe), nor any other way at that time to be perceived dartin up elsewhere. And I believe it hath been and will be constantly visible at that time of the year. But what the cause of it in nature should be, I cannot yet imagine, but leave it to further inquiry,» Childrey, *Britannia Baconica,* 1661, p. 183. Tal es la primera y más sencilla descrípcion del fenómeno. (Cassini, *Découverte de la lumière céleste qui parait dans le zodiaque,* en las *Mém. de l'Acad.*, t. VIII, 1730, p. 276. Mairan, *Traité phys. de l'aurore boréale*, 1754; p. 16). La notable obra de Childrei de la cual hemos tomado el trozo que antecede, contiene tambien (p. 91) detalles muy bien razonados sobre las épocas de máximo y mínimo en la distribucion anual del calórico y en la marcha diurna de la temperatura, y algunas consideraciones sobre el retardo que se manifiesta para la produccion del efecto máximo ó mínimo en todos los fenómenos metereológicos. Desgraciadamente el capellan de lord Henry Somerset, enseña al propio tiempo, en su Filosofía baconiana que la tierra está alargada hácia los polos (idea tambien de Bernardino de Saint-Pierre). «En su orígen, dice, la tierra era completamente esférica; pero el contínuo aumento de las capas de hielo hácia los dos polos, modificó esta figura; y como el hielo está

formado de agua, de aquí resulta que la masa de esta disminuye por todas partes.»

(92) Pág. 168.—Dominico Cassini (*Mém. d'Acad.*, t. VIII, 1730, p. 188), y Mairan (*Aurore boréale*, p. 16), creyeron encontrar la luz zodiacal en el fenómeno que se observó en Persia en 1668. Delambre (*Hist. de 'Astron. moderne*, t, II, p. 742) atribuye el descubrimiento de esta luz al célebre viajero Chardin; pero el mismo Chardin presenta este *nyazoyk* (nyzek, lanza pequeña) en el *Couronnement de Soliman* y en otros lugares del relato de su viaje (ed. de Langlés, t. IV, p. 326; t. X, p. 97), como «el grande y famoso cometa que apareció casi en toda la tierra en 1668, y cuya cabeza estaba oculta en el Occidente, de suerte que no podia vérsele en parte alguna desde el horizonte de Ispahan.» (A*tlas du voyage* de Chardin, tab. IV, con arreglo á las observaciones hechas en Schiraz). La cabeza de este cometa fué vista en el Brasil y en las Indias (Pingré, *Cométographie*, t. II, p. 22). Sobre la identidad presumida del último gran cometa de 1843, con el que Cassini habia tomado por la luz zodiacal, véase la *Astron. Nachr.* de Schumacher, 1843, n.º 476, 1840. En Persa, las palabras *nizehi*, *ateschin* (dardos ó lanzas de fuego) se aplican tambien á los rayos del sol en su orto ó en su ocaso; del propio modo *nayazik* está traducido en el Léxico árabe de Freytag, por *stellæ candentes*. Por lo demás, estas singulares denominaciones aplicadas á los cometas, comparándolos con lanzas y espadas, se encuentran en todos los idiomas, sobre todo, durante la edad media. Hay más, el gran cometa observado en 1500, desde el mes de abril hasta el mes de junio, fué designado siempre por los es-

critores italianos de aquella época con el nombre de *il signor Astone*; (véase mi *Exámen critique de l'historie de la Géographie*, t. V, p. 80). Háse afirmado muchas veces que Descartes (Cassini, p. 230, Mairan, p. 16) y aun Keplero (Delambre, t. I, p. 601) habia conocido la luz zodiacal; pero esta opinion me parece inadmisible. Descartes (*Príncipes*, III, art. 136, 137) esplica de un modo bastante oscuro la formacion de las colas de los cometas: «Por rayos oblícuos que al caer sobre diferentes partes de las órbitas planetarias, llegan á nuestra vista desde las partes laterales, por una refraccion estraordinaria;» dice tambien que los cometas que se ven en el crepúsculo de la noche ó en el de la mañana, pueden aparecernos «como una ancha vigueta» cuando el sol se halla entre el cometa y la tierra. Estos pasajes en nada se refieren á la luz zodiacal, así como tampoco aquel en que habla Keplero de una atmósfera solar (limbus circa solem, coma lucida;) esta, dice, impide que la oscuridad sea completa durante los eclipses totales de sol. Nada es menos exacto que el pensar con Cassini (p. 231, art. XXXI), y con Mairan (p. 15), que las palabras «trabes quas vocant» (Plinio, l. II, c. 26 y 27) se refieren á la luz zodiacal que se levanta en el horizonte en forma de lengua. Entre los antiguos la palabra *trabes* se aplica siempre á los bólides (*ardores et faces*) y á otros metéoros ígneos, ó bien á los cometas de largas cabelleras.

(93) Pág. 168.—Humboldt, *Monuments des peuples indigénes de l' Amérique*, t. II, p. 301. Este rarísimo manuscrito, proviene de la biblioteca de Letellier, arzobispo de Reims; contiene numerosos pasages sacados de un ritual azteca, de un calendario astrológi-

co y de anales históricos que se estienden desde 1197 á 1549, los cuales transcriben á un tiempo los fenómenos naturales, la fecha de los terremotos, la aparicion de los cometas, los de los años 1490 y 1529, por ejemplo, y numerosos eclipses de sol muy importantes para la cronología mejicana. En el manuscrito de Camargo, *Historia de Tlascala*, llámase á la luz que ascendía desde el horizonte occidental hasta casi el zénit «chispeante y como sembrada de estrellas muy unidas.» Esta descripcion de un fenómeño que duró cuarenta dias no puede aplicarse en manera alguna á las erupciones del Popocatepetl, volcan situado á muy poca distancia en direccion del S.-E. (Prescott, *His. of the Conquest of Mexico*, t. I, p. 284). Comentadores más recientes han comprendido esta aparicion, en la que veia Motezuma el presagio de alguna gran desventura, con la «estrella que humeaba» (más propio; que *centelleaba;* en mejicano *choloa,* chispear y centellear). Por lo que respecta á la conexion de este *vapor* con la estrella *Citlal Choloa* (Venus) y con el *Monte de la Estrella* (Citlaltepetl, ó el volcan de Orizaba), véase mi obra sobre los *Monuments des peuples indig. de l'Amérique,* t. II, p. 303.

(94) Pág. 169.—Laplace, *Expos. du Systéme du Monde*, p. 270; *Mecanique celeste*, t. II, p. 169 y 171. Schubert, *Astron.*, t. III, § 206.

(95) Pág. 126.—Arago, *Annuaire* de 1842, p. 408. Cf. las consideraciones desarrolladas por sir John Herschell, acerca de la pequeñez del volúmen y del brillo de las nebulosas planetarias, en la obra de Mary Sommerville, *Connexion of the phys. Sciencias,* 1835, p. 108. La idea de que el Sol es una *estrella nebulosa*,

cuya atmósfera diera lugar al fenómeno de la luz zodiacal, no fué emitida por Dominico Cassini y sí por Mairan en 1731 (*Traité de l' Aurore boreale*, p. 47 y 263; Arago en el *Annuaire* de 1842, p. 412). Esta idea no es más que una reproduccion de otra de Keplero.

(96) Pág. 170.—Con objeto de esplicar la forma de la luz zodiacal, recurrió Dominico Cassini, como lo hicieron más tarde Laplace, Schubert y Poisson, á la hipótesis de un anillo aislado. Dice asi: «Si las órbitas de Mercurio y de Venus fueran visibles (materialmente en toda la estension de su superficie), las veríamos habitualmente de la misma figura y en la misma disposicion, con respecto al Sol y en las mismas épocas del año que la luz zodiacal.» (*Mem. de l' Acad.*, t. VIII, 1730, p. 218; y Biot en los *Comptes rendus*, 1836, t. III, p. 666). Cassini pensaba que el anillo nebuloso de la luz zodiacal estaba formado de un número infinito de cuerpos planetarios escesivamente pequeños, girando alrededor del Sol; no estaba muy lejos de creer tambien que la caida de los bólides tenía relacion con el paso de la Tierra á través de este anillo nebuloso. Olmested y especialmente Biot (obra citada, p. 673), trataron tambien de relacionar esta opinion con la lluvia de estrellas errantes del mes de noviembre; pero Olbers espuso sus dudas acerca de este particular. (Schumacher's *Jahrbuch*, 1837, p. 281). Houzeau en las *Astron. Nachr.* del mismo editor, 1843; n.º 492, p. 190, examina si el plano de la luz zodiacal coincide exactamente con el plano del Ecuador solar.

(97) Pág. 170.—Sir Jhon Herschell, *Astron.*, § 487.

(98) Pág. 170.—Arago, en el *Annuaire* de 1842, p.

246. Numerosos hechos parecen indicar, que cuando una masa está reducida mecánicamente al estado de division estrema, la tension eléctrica puede crecer lo bastante para desarrollar la luz y el calor. Las tentativas que se han hecho con los mejores espejos cóncavos no han dado, hasta ahora, ninguna prueba decisiva de la existencia del calórico radiante en la luz zodiacal. (Carta de M. Matthiessen á M. Arago, en los *Comptes rendus*, t. XVI; abril, 1843, p. 687.

(99) Pág. 172.—«Lo que me decís acerca de las variaciones de la luz zodiacal entre los trópicos, y sobre las causas de estas variaciones, escita tanto más mi interés, cuanto que yo mismo, desde hace mucho tiempo, presto particular atencion á este fenómeno, cada vez que se presenta durante la primavera, en nuestra zona septentrional. He pensado siempre como vos que la luz zodiacal debia estar animada de un movimiento de rotacion; pero en contradiccion con la idea de Poisson, de que me dais cuenta, admito que esta luz se estiende hasta el Sol, creciendo rápidamente en intensidad y que su parte más brillante forma la corona luminosa, que parece rodear al Sol, durante los eclipses totales. He observado de un año á otro considerables variaciones en esta luz; es á las veces, durante muchos años consecutivos, muy brillante y muy estensa; otras, apenas perceptible, tambien durante algunos años. Creo haber hallado la primera indicacion de la luz zodiacal en una carta de Rothmann á Tycho, en la que aquél, dice haber observado que el crepúsculo de la tarde concluia durante la primavera, cuando el Sol habia descendido 24° bajo el horizonte. Rothmann tomó ciertamente la desaparicion sucesiva de la luz zodia-

cal en los vapores del ocaso, por el fin real del fenómeno crepuscular. Jamás he visto movimiento de efervescencia á causa sin duda, de la pequeñez de la luz zodiacal en muchos paises; pero con seguridad teneis razon de atribuir las rápidas variaciones de brillo, que bajo los trópicos os han presentado los objetos celestes, á los cambios que sobrevienen en nuestra atmósfera, especialmente en las regiones elevadas. El efecto de que hablais se manifiesta del modo más asombroso en las colas de los cometas. Se ven con frecuencia, sobre todo cuando el cielo está muy despejado, pulsaciones que parten de la cabeza como punto más bajo, y que en uno ó dos segundos recorren toda la cola, de tal suerte, que ésta parece dilatarse rápidamente algunos grados y contraerse inmediatamente, despues, del mismo modo. Estas ondulaciones, de las que antes se habia ocupado Roberto Hooke, y hace poco tiempo tambien Schræter y Chlapni, no se proceden en el cuerpo mismo del cometa; resultan de simples accidentes atmosféricos. Esto se hace evidente con solo pensar en que las diferentes partes de un cometa, cuya longitud es de muchos millones de leguas, se encuentran necesariamente situadas á distancias muy desiguales de la Tierra, y que su luz emplea, para llegar hasta nosotros, intérvalos de tiempo que pueden diferir en muchos minutos. Respecto á esas variaciones de la luz zodiacal que habeis visto en las orillas del Orinoco prolongarse minutos enteros, no puedo decidir si deben atribuirse á resplandores efectivos, ó bien á un juego de la atmósfera. Me es igualmente imposible esplicar la claridad singular de ciertas noches, asi como la estension y el resplandor anormal de los crepúsculos de 1831, crepúsculos cuya parte más bri-

llante no correspondia, segun algunos observadores, al lugar que el Sol debia ocupar debajo del horizonte.» (Tomado de una carta que me dirigió, desde Brema el doctor Olbers, el 26 de marzo de 1833.)

(100) Pág. 172.—Biot. *Traité d'Astron. physique* (3.ª edi.). 1841, t. I, p. 171, 238 y 312.

(1) Pág, 172.—Bessel, en el Schumacher's *Jharbuch fur*, 1839, p. 51; esta velocidad llega quizá á 742.000 miriámetros por dia; la velocidad *relativa* es, por lo menos, de 618.000 miriámetros; más del doble de la velocidad con que gira la Tierra alrededor del Sol.

(2) Pág. 174.—Sobre el movimiento del sistema solar, segun Bradley, Tobías Mayer, Lambert, Lalande y W. Herschell, véase Arago en el *Annuaire* de 1842, p. 388-399; Argelander en las *Astron. Nachr.* de Schum., números 363, 364, 498; y sobre Perseo, considerado como cuerpo central, alrededor del cual girase todo el conjunto estelar, en la Memoria *von der eigenen Bewegung des Sonnensystems*. 1837, página 43. Véase tambien Othon Struve en el *Bull. de l'Acad. de Saint-Peterbourg*, 1842 t. X, n.º 9, p. 137-139. Un nuevo cálculo de este último dá, para la direccion del movimiento solar, 261° 23' A. R.; 37° 36, decl.; y uniendo este resultado al de Argenlander, se encuentra por una combinacion definitiva de 797 estrellas, 259° 9' A. R.; 34° 36' decl.

(3) Pág. 176.—Aristóteles, *de Cœlo*, l. III, c. 2, p. 201, ed. Bekker; *Phys.* l. VIII, c. 5, p. 256.

(4) Pág. 177.—Savary, en el *Connaiseance des*

temps para 1830, p. 56 y 163; Encke. *Berl. Jahrbücher*, 1832, p. 25 y siguientes; Arago en el *Annuaire* de 1834, p. 260-295; John Herschell, en las *Mem. of the Astron. Soc.*, t. V, p. 171.

(5) Pág. 178.—Bessel, *Untersuchung des Theils der planetaris chen Storungen, welche aus der Bewegug der Sonne entsechen,* en las *Mem. de l' Acad. des Sciences de Berlin,* 1824. (*Classe des Mathem.*) p. 2-6. La cuestion fué iniciada por Juan Tobías Mayer, en los *Comment. Soe. Reg. Gotting.*, 1804-1808, t. XVI., p. 31-68.

(6) Pág. 179.—*Philos. Transact. for,* 1803, página 225; Arago, *Annuaire* de 1842, p. 375. Para poder considerar de un modo sencillo la distancia de las estrellas, tal como la he trascrito algunas líneas más arriba, en el testo, basta colocar dos puntos, que disten entre sí un pié para representar el Sol y la Tierra; Urano entonces estaria situado á 19 pies del primer punto y Vega de la Lira á 64 leguas (de 4.000 metros).

(7) Pág. 179.—Bessel, en Schumacher's *Jahrbuch,* 1839, p. 53.

(8) Pág. 179.—Mædler, *Astron.*, p. 476; el mismo, en Schum. *Jahrbuch,* 1839, p. 95.

(9) Pág. 182.—Sir W. Herschell, en las *Philos, Transact. for.*, 1817; 2.ª parte, p. 328.

(10) Pág. 182.—Arago, *Astronomie populaire,* tomo II, p. 17.

(11) Pág. 183.—Sir John Herschell, en una carta escrita desde el cabo de Buena Esperanza el 13 de Enero de 1836; Nicholl, *Archit. of the Heavens*, 1838, p, 22.—Véanse tambien muchas indicaciones aisladas de sir William Herschell, sobre el espacio privado de estrellas que nos separa de la via láctea, en las *Philos. Transact. for*, 1817; 2.ª parte, p. 328.

(12) Pág. 183.—Sir John Herschell. *Astron.*, § 624. El mismo, en las *Observations of Nebulæ and lusters of Stars (Transact*, 1833, 2.ª parte, p. 479, 25): «We have herea brother System bearing a real physical resemblance and strong analogy of structure of our own.»

(13) Pág. 184.—Sir William Herschell, en las *Transact. for*, 1785, t. I. p. 257. Sir John Herschell, *Astron.* § 616. («The nebulous region of the heavens forms a *nobulous milky vay*, composed of distinet nebulæ as the other of stars.» El mismo, en una carta que me dirigió en marzo de 1829.)

(14) Pág. 184.—John Herschell, *Astron.*, § 585.

(15) Pág. 185.—Arago, *Annuaire* de 1842, p. 282-285. *Astronomie populaire*, t. I, p. 524-527 y 534-536.

(16) Pág. 185.—Olbers, sobre la transparencia de los espacios celestes en Bode's *Jahrbuch*, 1826, página 110-121.

(17) Pág. 185.—«An opening in the heavens,» William Herschell en las *Transact. for.*, 1785, tomo LXXV, primera parte, p. 256; el francés Ladlane, en

el *Conn. des temps* para el año VIII. p. 383; Arago, *Astronowie populaire,* t. I, p. 511.

(18) Pág. 186.—Aristóteles, *Meteor.,* l. II, c. 5, 1: Séneca, *Natur. Quœst,* l. I, c. 14, 2. «Cœlum discessisse», en Ciceron, *de Divin.*, l. I, c. 43.

(19) Pág. 186.—Arago, *Astronomie populaire*, t. I, página 515.

(20) Pág. 187.—En diciembre de 1837, sir John Herschell vió la estrella de Argos, que habia sido hasta entonces de segunda magnitud, crecer rápidamente en brillo, y llegar á ser de primera. En enero de 1838, lucia ya tanto como la de la del Centauro. Segun las noticias más recientes, Maclear la halló en marzo de 1843 tan brillante como Canopea, y aun la de la cruz del Sud parecia completamente deslucida al lado de la de Argos.

(21) Pág. 188.—«Hence it followsws that the rays of light of the remotest nebulæ must have been almost two millions of years on their way, and that consequently, so many of years ago, this object must already have had *an existence* in the sidereal heaven, in order to send out those rays by which we now perceive it. «William Herschell, en las *Transact. for.*, 1802, p. 498; John Herschell, *Astron.* §590; Arago, *Astronomie populaire*, t. I, p. 363-406 y 438-445.

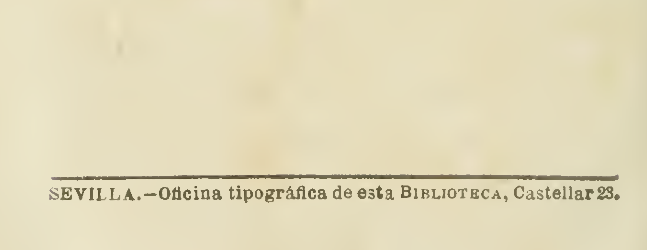
(22) Pág, 188.—Este verso es de un precioso soneto de mi hermano Guillermo de Humboldt, *gesammelte Werke.*. t. IV, p. 358, núm. 25.

FIN DEL TOMO PRIMERO.

ÍNDICE.

PÁGINAS.

COSMOS.


SEVILLA.—Oficina tipográfica de esta BIBLIOTECA, Castellar 23.

BIBLIOTECA HISPANO-SUR-AMERICANA.

COSMOS

ENSAYO DE UNA

DESCRIPCION FÍSICA DEL MUNDO

POR

ALEJANDRO DE HUMBOLDT.

VERTIDO AL CASTELLANO

PARA

ESTA BIBLIOTECA.

TOMO II.

SEVILLA.

EDUARDO PERIÉ, EDITOR.
1875.

LA TIERRA.

CUADRO DE LOS FENÓMENOS TERRESTRES.

Después de la naturaleza celeste, vengamos á la terrestre. Un lazo misterioso las une, y en el mito de los Titanes era el sentido oculto, que el órden en el mundo depende de la union del Cielo con la Tierra. Si por su orígen pertenece la Tierra al Sol, ó cuando menos á su atmósfera, subdividida en otro tiempo en anillos, actualmente está la Tierra en relacion con el astro central de nuestro sistema y con todos los soles que brillan en el firmamento, por medio de las emisiones de calor y de luz. Una débil parte del calor terrestre proviene del espacio en que se mueve nuestro planeta; y esta temperatura del espacio, resultante de las irradiaciones caloríficas de todos los astros del Universo, es casi igual á la temperatura media de nuestras regiones polares. Pero la accion preponderante pertenece al Sol; sus ra-

yos penetran la atmósfera; iluminan y calientan su superficie; producen corrientes eléctricas y magnéticas y engendran y desarrollan el gérmen de la vida.

Tendremos que considerar primeramente la distribucion de los elementos sólidos y líquidos, la figura de la Tierra, su densidad media y las variaciones que esperimenta á cierta profundidad, y por último, el calor y la tension electro-magnética del globo. De este modo llegaremos á estudiar la reaccion que el interior ejerce contra la superficie y la intervencion de una fuerza universalmente esparcida, el calor subterráneo, nos esplicará el fenómeno de los temblores de tierra, el salto de las fuentes termales, y los poderosos de los agentes volcánicos. Las sacudidas interiores, modifican poco á poco las alturas relativas de las partes sólidas y líquidas de la corteza terrestre, y cambian la configuracion del fondo del mar. Al mismo tiempo fórmanse aberturas temporales ó permanentes que ponen en comunicacion el interior de la tierra con la atmósfera; y en tal caso, de una profundidad desconocida surgen masas en fusion que se estienden por los flancos de las montañas, ya con impetuosidad, ya con un movimiento lento, hasta que la fuente ígnea se agota y la humeante lava se solidifica bajo la corteza de que está cubierta. Nuevas rocas se presentan entonces á nuestra vista, en tanto que las fuerzas plutónicas modifican las antiguas por medio del contacto con las formaciones recientes, y más fre-

cuentemente aun por la influencia de un manantial próximo de calor.

Las aguas ofrecen combinaciones de otra naturaleza; tales son las concreciones de restos de animales ó vejetales; los sedimentos terrosos, arcillosos ó calizos, y los conglomerados, compuestos de détritus de las rocas, cubiertos por capas formadas de conchas silíceas de los infusorios, y por los terrenos de trasporte donde yacen las especies animales del mundo antiguo. El estudio de estas formaciones, lleva á comparar la época actual con las anteriores; á combinar los hechos; á generalizar las relaciones de estension y las de las fuerzas que se ven todavía en actividad.

Hace dicho que los grandes telescopios nos habian dado á conocer el interior de los demás planetas, mas bien que su superficie: la indicacion es exacta si se esceptúa la Luna. Merced á las observaciones y á los cálculos astronómicos pésanse los planetas, se miden sus volúmenes, y determínanse sus masas y densidades con precision; pero quedan ignoradas sus propiedades físicas. Solo en la Tierra, merced al contacto inmediato estamos en relacion con los elementos que componen la naturaleza orgánica é inorgánica.

Hemos visto como la física del Cielo, desde las lejanas nebulosas hasta el cuerpo central de nuestro sistema, está limitada á las nociones generales de volumen y de masa. Allá nuestros sentidos no pueden percibir rasgo alguno de vida, y si se

han aventurado algunas conjeturas acerca de la naturaleza de los elementos que constituyen tal ó cual cuerpo celeste, ha sido preciso deducirlo de simples semejanzas. Pero las propiedades de la materia y todo ese tesoro de conocimientos que dan á nuestras ciencias físicas tanta grandeza y poder, lo debemos únicamente á la superficie del planeta que habitamos y más aun á su parte sólida que á su parte líquida.

Después de haber señalado la diferencia esencial que existe bajo este punto de vista entre la ciencia de la tierra y la ciencia de la cuerpos celestes, es indispensable reconocer tambien hasta donde pueden extenderse nuestras investigaciones sobre las propiedades de la materia. Su campo está circunscrito por la superficie terrestre, ó más bien por la profundidad adonde las escavaciones naturales y los trabajos de los hombres nos permiten llegar. Estos últimos no han penetrado en el sentido vertical más que 650 metros bajo el nivel del mar, se ha demostrado que los depósitos de carbon de piedra, mezclados con restos orgánicos del mundo antiguo, se hunden á 2000 metros bajo el nivel del mar. Los terrenos calcáreos y las capas devonianas alcanzan una doble profundidad. Todo cuanto está situado á mayores profundidades que las depresiones de que he hablado, que los trabajos de los hombres y que el fondo del mar donde la sonda haya podido llegar (30,000 piés de sonda sin alcanzarle) nos es tan desconocido como el interior de los

demás planetas de nuestro sistema solar.

La elevacion de la temperatura á proporcion que se vá profundizando en el terreno, y la reaccion del interior del globo contra la superficie, nos conducirán á la larga série de los fenómenos volcánicos: tales son, los terremotos, las emisiones gaseosas, las fuentes termales, los volcanes de cieno y las corrientes de lava que vomitan los cráteres eruptivos. Tambien la potencia de las fuerzas elásticas obran alterando el nivel de la superficie. Grandes playas, continentes enteros, se han levantado ó hundido; las partes sólidas se separan de las flúidas; el Océano, atravesado por corrientes cálidas ó frias, cubre de hielo los polos.

Los límites que separan las aguas de los continentes esperimentan frecuentes cambios. Las llanuras han oscilado de abajo arriba y de alto á bajo. Asi se descubre, siguiendo el exámen de los fenómenos en su mútua dependencia, que las fuerzas poderosas cuya accion se ejerce en las entrañas del globo, son tambien las que quebrantan la corteza terrestre, y abren salida á la lava arrojada por la enorme presion de los vapores elásticos.

Estas fuerzas que en otro tiempo solevantaron hasta la region de las nieves perpétuas las cimas de los Andes y del Himalaya, han producido tambien en las rocas combinaciones y agregaciones nuevas, y trasformado las capas, anteriormente depositadas en el seno de las aguas,

en donde existia ya bajo mil formas la vida orgánica.

Las partes sólidas y secas de la superficie terrestre donde la vejetacion ha podido desarrollarse en todo su vigor, están en contínua relacion de accion y reaccion con las masas que las rodean en donde reina casi esclusivamente la organizacion animal. El elemento líquido se halla á su vez cubierto por las capas atmosféricas. La humedad acumulada en la region de las nubes se condensa alrededor de los vértices elevados, corre por los flancos de las montañas, y de allí vá á esparcir por las llanuras la fecundidad y el movimiento.

Pero si la distribucion de los mares y de los continentes, la forma general de la superficie y la direccion de las líneas ésotermas, regulan ó dominan la geografia de las plantas, no sucede lo mismo cuando se trata de las razas humanas. Los progresos de la civilizacion concurren con los accidentes locales, aunque de una manera más eficaz, á determinar los caracteres diferenciales de la raza y su distribucion numérica sobre la superficie del globo. Ciertas razas, fuertemente apegadas al suelo que ocupan, pueden ser rechazadas de él y aun destruidas por razas vecinas más desarrolladas, sin que apenas quede de ellas un recuerdo que recoger en la historia. Otras, inferiores solamente por el número, atraviesan entonces los mares, y de este modo es como han adquirido casi siempre los pueblos na-

vegantes sus conocimientos geográficos, aunque la superficie total del globo, ó al menos la de los paises marítimos, no se haya conocido del uno al otro polo sino hasta mucho despues.

Antes de abordar en los detalles el vasto cuadro de la naturaleza terrestre, he querido indicar aquí en globo de qué manera pueden reunirse en una sola obra la descripcion de la superficie de la Tierra; las manifestaciones de las fuerzas que se mueven sin cesar en su seno; las relaciones de estension y de configuracion, tanto horizontal como verticalmente consideradas; las formaciones típicas de la geognosia; los grandes fenómenos del mar y de la atmósfera; la distribucion geográfica de las plantas y de los animales; y por último, la gradacion física de las razas humanas, únicas suceptibles de cultura intelectual, siempre y por do quiera. Esta unidad de esposicion supone que los fenómenos han sido mirados en su mútua dependencia y en el órden natural de su encadenamiento. La símple yusta posicion de los hechos no llenaria el objeto que me propongo; no podria satisfacer la necesidad de una verdadera exposicion cósmica.

Pasando ahora á pintar la naturaleza terrestre bajo todos sus aspectos, necesario es empezar por la figura y las dimensiones de la Tierra, atento que la figura geométrica de este planeta nos manifiesta su orígen y su historia tan bien ó mejor que el estudio de sus rocas y minerales. Su forma elíptica acusa la fluidez primitiva, ó

al menos el reblandecimiento de su masa; así como su aplanamiento es para los que saben leer en el libro de la naturaleza, uno de los datos mas antiguos de la geognosia. «La figura matemática de la Tierra es aquella que tomaría su superficie si la cubriese completamente un líquido en estado de reposo;» y á esta superficie ideal, que no reproduce las desigualdades ni los accidentes de la parte sólida de la superficie real, es á la que se refieren todas las medidas geodésicas, cuando se las reduce al nivel del mar. Para determinar exactamente esta superficie ideal, basta conocer el valor del aplanamiento y la longitud del diámetro equatorial; pero el estudio completo de la superficie exigiria que una doble medida fuere ejecutada en dos direcciones rectangulares.

Con las once *medidas de grados* (determinaciones de la curvatura de la Tierra en diferentes puntos de su superficie) practicadas hasta ahora, nueve de ellas en nuestro siglo, conocemos ya bien la figura del globo. Estas medidas no dan para diferentes meridianos la misma curvatura bajo igual latitud. El decrecimiento de la pesadez cuando se va del ecuador al polo, depende de la ley que siguen las variaciones de la densidad en el interior del globo; y lo mismo sucederá con cuantas deducciones saquemos de este hecho respecto de la figura de la Tierra.

Tres métodos se han empleado para determinar la curvatura de la Tierra; á saber: las me-

didas efectivas de grados de meridiano; las observaciones del péndulo; y ciertas desigualdades lunares: todas tres dan idéntico resultado. El primer método es á la vez geométrico y astronómico; en los otros dos, se pasa de los movimientos observados con exactitud á las fuerzas que los han producido, y de estas mismas fuerzas á su causa comun, que está en relacion con el aplanamiento de la Tierra.

Cuéntase que Galileo en su niñez, hallándose un dia en los divinos oficios, reconoció la posibilidad de medir la elevacion de la cúpula de la iglesia por la duracion de las oscilaciones de las lámparas suspendidas en la bóveda á alturas desiguales. ¡Cuán lejos estaba entonces de prever que su péndulo seria trasportado del uno al otro polo, para determinar la figura de la Tierra, ó mas bien, para comprobar que la diferente densidad de las capas terrestres influye sobre la longitud del péndulo de segundos!

Conocida la figura de la Tierra, puede deducirse de ella la influencia que ejerce en los movimientos de la Luna; y recíprocamente, conociendo bien estos movimientos es fácil llegar a la forma de nuestro planeta. El aplanamiento que se deduce asi de las desigualdades lunares, tiene sobre las medidas aisladas de grado, y sobre las observaciones del péndulo, la ventaja de ser independiente de los accidentes locales, y puede considerarse como el aplanamiento *medio* de nuestro planeta. Comparándole con la veloci-

dad de rotacion de la Tierra, prueba que la densidad de las capas terrestres va creciendo desde la superficie hácia el centro; resultado idéntico al que se obtiene cuando se compara los aplanamientos de Júpiter y Saturno con la duracion de sus respectivas rotaciones.

Los dos hemisferios presentan casi la misma curvatura bajo las mismas latitudes; pero las medidas de grados y las observaciones del péndulo dan para diversas localidades resultados tan diferentes, que ningura figura regular puede adaptarse á datos asi obtenidos. La figura real de la Tierra es á una figura regular geométrica, «lo que la accidentada superficie de un mar tempestuoso á la superficie tranquila de un estanque.»

No le bastaba al hombre haber medido asi la Tierra, sino que le era preciso tambien pesarla; y para ello se han imaginado muchos métodos. El primero consiste en determinar, por medio de una combinacion de medidas astronómicas y geodésicas, cuánto desvia la plomada de la direccion vertical á las inmediaciones de las montañas. Fúndase el segundo en la comparacion de las longitudes de un péndulo que se hace oscilar primero al pié, y luego al vértice de una montaña. El tercero es la balanza de torsion, que puede considerarse tambien como un péndulo oscilante en el sentido horizontal. De estos tres procedimientos, el último es el más seguro. Las investigaciones recientes de Reich, hechas

en la balanza de torsion, han fijado la densidad media de toda la Tierra en 5, 44, tomando por mitad la del agua pura. Ahora bien: segun la naturaleza de las rocas que componen las capas superiores de la parte sólida del globo, la densidad de los continentes es apenas de 2,7; y por consiguiente la densidad media de los continentes y de los mares no llega á 1,6. Véase, pues, cuánto deberá ir creciendo hácia el centro la densidad de las capas interiores, si bien sea por la presion que esperimentan, ó bien por la naturaleza de sus materiales.

Muchos físicos célebres, colocados en puntos de vista diferentes, han deducido de este resultado conclusiones diametralmente opuestas acerca del interior de nuestro globo. Háse calculado á cuanta profundidad deben adquirir los líquidos, y aun los gases, mayor densidad que la del platino ó el iridio; y despues, para armonizar la hipótesis de la compresibilidad indefinida de la materia con el valor fijo del aplanamiento, reducido ya hoy á límites muy aproximados entre sí, el ingenioso Leslie se ha visto en la necesidad de presentarnos el interior del globo terrestre como una caverna esférica «llena por un fluido imponderable, pero dotada de una fuerza de espansion enorme.» Tan aventuradas concepciones dieron origen bien pronto á ideas aun más fantásticas, en espíritus verdaderamente estraños á las ciencias. Llegóse á suponer que crecian plantas en aquella esfera hueca; poblósela de anima-

les; y para disipar las tinieblas, díjose que circulaban en ella dos astros: Pluton y Proserpina.

La figura, la densidad y consistencia actuales del globo están íntimamente ligadas á las fuerzas que se agitan en su seno independiente de toda influencia esterior. Así, la fuerza centrífuga, consecuencia del movimiento de rotacion de que está animado el esferóide terrestre, ha determinado el aplanamiento del globo; y á su vez este aplanamiento denota la fluidez primitiva de nuestro planeta. Una cantidad enorme de calórico latente háse hecho libre por la solidificacion de esta masa fluida; y si, como Fourier dice, las capas superficiales son las primeras que se han enfriado y solidificado al emitir sus rayos hácia los espacios celestes, las partes más próximas al centro deben haber conservado su fluidez é incandescencia primitivas.

En la ignorancia completa en que estamos acerca de la naturaleza de los materiales de que está formado el interior de la Tierra; de los diversos grados de capacidad para el calórico y de conductibilídad de las capas superpuestas; y por último, de las trasformaciones químicas que las materias sólidas ó líquidas deben esperimentar bajo la influencia de una presion enorme, no podemos aplicar á nuestro planeta sin reserva las leyes de la propagacion del calórico que ha descubierto un profundo geómetra para un esferóide homogéneo de metal, ayudado de una análisis que él mismo habia creado. Las leyes cono-

cidas de la hidráulica no pueden aplicarse á este estado intermedio sin grandes restricciones. La atraccion del Sol y de la Luna, que levanta las aguas del Océano y produce las mareas, debe hacerse sentir tambien bajo la bóveda formada por las capas solidificadas, produciendo indudablemente en la masa fundida un reflujo, una variacion periódica de la presion que soporta la bóveda. Sin embargo, estas oscilaciones deben de ser muy pequeñas, y no podemos atribuir á ellas, sino á fuerzas interiores más poderosas, los temblores de tierra.

El calórico se propaga en el globo terrestre de tres maneras diferentes. El primer movimiento es periódico y hace variar la temperatura de las capas terrestres á medida que el calórico, segun las estaciones y la posicion del Sol, penetre de alto á bajo, ó se estienda de abajo á arriba, tomando la misma senda, aunque en sentido inverso. El segundo movimiento es de una escesiva lentitud: una parte del calórico que penetra por las capas ecuatoriales, se mueve en el interior de la corteza terrestre hasta casi los polos; allí se desvía de su direccion, sale á la atmósfera y vá á perderse en las apartadas regiones del espacio. El tercer modo de propagacion es el más lento de todos, y consiste en el enfriamiento secular del globo. En la época de las más antiguas revoluciones de la Tierra, esta pérdida del calor central ha debido ser considerable; pero ha ido tan á menos desde los tiempos

históricos, que escapa casi á los instrumentos termométricos. La superficie de la Tierra se encuentra por lo tanto colocada entre la incandescencia de las capas interiores, y la baja temperatura de los espacios celestes, que probablemente es inferior al punto de congelacion del mercurio.

Las variaciones periódicas que la situacion del Sol y los fenómenos meteorológicos producen en la temperatura de la superficie, no se propagan al interior de la Tierra sino hasta muy cortas profundidades. Los puntos situados á diferentes profundidades sobre una misma línea vertical, alcanza así, en épocas muy diferentes, el máximun y el mínimun de la temperatura que les corresponde; y cuanto más se alejan de la superficie menor es en ellos la diferencia de sus dos estremos. En la region templada que nosotros habitamos, la capa de temperatura invariable se encuentra á una profundidad de 24 á 27 metros; hácia la mitad de ella las oscilaciones que el termómetro esperimenta á consecuencia de las alternativas de las estaciones, valen á penas medio grado. Bajo los trópicos, la capa invariable se encuentra ya á 1 pié debajo de la superficie. Puede considerarse esta temperatura media de la atmósfera en un punto dado de la superficie, ó mejor dicho, en un grupo de puntos cercanos, como el elemento fundamental que determina en cada region la naturaleza del clima y de la vegetacion. Pero la temperatura media de

toda la superficie es muy diferente de la del mismo globo terrestre. Se pregunta frecuentemente si el curso de los siglos ha modificado sensiblemente esta media temperatura del globo; si el clima de una region se ha deteriorado; si el invierno se ha hecho en ella más dulce, y el estío menos cálido. El termómetro es el único medio de resolver cuestiones semejantes, y su descubrimiento apenas se remonta á dos siglos y medio; y casi no ha sido aplicado de una manera racional hasta hace ciento veinte años. No sucede lo mismo cuando se trata del calor central de la Tierra. Así como de la igualdad en la duracion de las oscilaciones de un péndulo puede deducirse la invariabilidad de su temperatura, así tambien la constancia de la velocidad de la rotacion que anima al globo terrestre, nos dá la medida de la estabilidad de su temperatura media. El descubrimiento de esta relacion entre la *duracion del dia y el calor del globo*, es ciertamente una de las más brillantes aplicaciones que han podido hacerse de un largo conocimiento de los movimientos celestes, al estudio del estado térmico de nuestro planeta. Se sabe que la velocidad de rotacion de la Tierra por medio de la irradiacion, debe disminuir su volúmen; por consiguiente todo decrecimiento de temperatura corresponde á un aumento de la velocidad de rotacion, es decir, á una disminucion en la duracion del dia. Ahora bien, teniendo en cuenta las desigualdades seculares del movimiento de la Lu-

na, en el cálculo de los eclipses observados en las épocas más remotas, se encuentra que desde el tiempo de Hiparco, es decir, dos mil años há, la duracion del dia no ha disminuido ciertamente ni aun la centésima parte de un segundo. Puede afirmarse sin salir de estos mismos límites, que la temperatura media del globo terrestre no ha variado en 1|170 de grado, desde dos mil años acá.

Las consideraciones precedentes acerca del calórico interno de nuestro planeta descansan casi esclusivamente en los resultados de las magníficas investigaciones de Fourier. Poisson ha suscitado ciertas dudas sobre la realidad de este crecimiento contínuo del calórico terrestre desde la superficie del globo hasta su centro; segun él no hay calórico que no haya penetrado de lo esterior á lo interior; y el que no proviene del Sol depende de la temperatura, ó muy alta ó muy baja, de los espacios celestes que atraviesa el sistema solar en su movimiento de traslacion. Por más que esta hipótesis se haya emitido por uno de los más profundos geómetras de nuestra época, no ha podido satisfacer ni á los físicos ni á los geólogos. La misteriosa direccion de la aguja imantada depende á la vez del tiempo y del espacio, del curso del Sol y de la posicion geográfica. Por la aguja imantada puede saberse la hora que es del dia, lo mismo que bajo los trópicos por las oscilaciones del barómetro. Las auroras boreales, resplandores rogizos que coloran el cielo de nuestras regiones árticas,

ejercen tambien sobre la aguja una accion pasajera, pero inmediata. Cuando el movimiento horario de la aguja se vé turbado por una *tempestad magnética*, acontece con frecuencia que la perturbacion se manifiesta simultáneamente, así como suena, en la tierra y en el mar, á centenares y millares de leguas, ó bien se propaga en todos sentidos por la superficie del globo, de una manera sucesiva y con cortos intérvalos de tiempo. Es cosa verdaderamente admirable, que los movimientos irregulares de dos pequeñas agujas imantadas pueden revelarnos la distancia que las separa, aunque se las suspenda bajo tierra á grandes profundidades, y enseñarnos por ejemplo, á qué distancia del Oriente de Cœtinga ó de París, se encuentra Casan.

Pero cuando la súbita perturbacion del movimiento horario de la aguja anuncia y prueba la existencia de una tempestad magnética, es preciso confesar que ignoramos aun el lugar donde reside la causa perturbadora: ¿será en la corteza terrestre, ó en las regiones superiores de la atmósfera? Por desgracia la cuestion aun no está resuelta en la actualidad. Si se considera la Tierra como un verdadero imán, es preciso entonces atribuirle segun la espresion de Federico Gauss, célebre fundador de una teoría general del magnetismo terrestre, la fuerza magnética de una barra imantada, de una libra de peso, por cada octavo de metro cúbico.

Parece que los pueblos occidentales conocie-

ron desde muy antiguo la fuerza de atraccion de los imanes naturales; y es por lo mismo hecho bien notable, que solo los pueblos de la estremidad oriental del Asia, los chinos conociesen la accion reguladora que el globo terrestre ejerce sobre la aguja imantada. Mas de mil años antes de nuestra era, en la época tan oscura de Codro y de la vuelta de los Heraclides al Peloponeso, los chinos tenían ya *balanzas magnéticas*, uno de cuyos brazos llevaba una figura humana que indicaba constantemente el Sud; y se servian de esta brújula para caminar á través de las inmensas estepas de la Tartaria. Ya en el siglo III de nuestra era, es decir, setecientos años por lo menos antes de la introduccion de la brújula en los mares europeos, los barcos chinos navegaban por el Océano Índico, segun la indicacion magnética del Sud.

La fuerza magnética de nuestro planeta se manifiesta en la superficie por tres clases de fenómenos, uno de los cuales corresponde á la *intensidad* variable de la fuerza misma, mientras que los otros dos comprenden los hechos relativos á su direccion variable, es decir, la *inclinacion* y la *declinacion*; este último ángulo se cuenta en cada lugar en el sentido horizontal, á partir del meridiano terrestre. El efecto completo que el magnetismo produce en lo esterior, puede tambien representarse gráficamente por medio de tres sistemas de líneas, á saber: las líneas *isodinámicas*, las líneas *isoclínicas*, y las

líneas *isogónicas*; ó en otros términos: las líneas de igual intensidad, de igual inclinacion y de igual declinacion. La distancia y la posicion relativa de estas líneas no permanecen siempre las mismas, sino que están sometidas á contínuas desviaciones oscilatorias.

Las variaciones horarias de la declinacion dependen del tiempo verdadero; están reguladas por el Sol mientras luce sobre el horizonte, y decrecen en valor angular con la latitud magnética. Cerca del Ecuador, por ejemplo, en la isla de Rawak, son apenas de tres á cuatro minutos, mientras que suben hasta trece ó catorce en la Europa central. Ahora bien; como desde las ocho y media de la mañana hasta la una y media de la tarde, por término medio, la estremidad boreal de la aguja se dirige del Este al Oeste en el hemisferio septentrional y del Oeste al Este en el hemisferio austral, se ha supuesto con razon que debe haber en la Tierra una region situada probablemente entre el Ecuador terrestre y el Ecuador magnético, en la cual la variacion horaria de la declinacion sea nula completamente. Esta última curva, no hallada todavía, podria llamarse *línea sin variacion horaria de la declinacion*.

Así como se ha dado el nombre de *polos magnéticos* á los puntos de la superficie de la Tierra en que desaparece la fuerza horizontal, de igual manera se llama *Ecuador magnético*, la curva formada por los puntos en que la inclinacion de

la aguja es nula. La posicion de esta línea y sus cambios seculares de forma han sido en nuestros dias objeto de sérias investigaciones. Segun los excelentes trabajos de Duperre y que ha atravesado el Ecuador magnético en seis ocasiones diferentes desde 1822 á 1825, los nodos de los dos Ecuadores, es decir, los dos puntos en que la *línea sin inclinacion* corta el Ecuador terrestre, pasando de uno á otro hemisferio, están colocados de una manera poco regular: en 1825, el nodo que estaba cerca de la isla de Santo-Tomás hácia la costa occidental de Africa, se hallaba á 188° 1[2 del modo situado en el mar del Sud, junto á las pequeñas islas de Gilberto, casi bajo el meridiano del archipiélago de Vití. A principios de este siglo, he determinado yo astronómicamente á 3600 metros bajo el nivel del mar, el punto 7° 1' lat. aust. y 80° 54' long. occid.) en que el Ecuador magnético corta la cadena de los Andes entre Quito y Líma. Al Oeste de este punto, el Ecuador magnético atraviesa casi todo el mar del Sud en el hemisferio austral y se aproxima lentamente al Ecuador terrestre. Poco antes de llegar al Archipiélago Indio, pasa el hemisferio septentrional, toca únicamente las estremidades meridionales del Asia, y penetra en seguida en el continente africano al Oeste de Socotora, hácia el estrecho de Bab-el-Mandeb, siendo entonces cuando se separa más del Ecuador terrestre. Después de haber atravesado las regiones desconocidas del interior del continente africano en

direccion al Sud-Oeste, el Ecuador magnético vuelve á la zona austral de los trópicos hácia el Golfo de Guinea, separándose entonces de tal modo del Ecuador terrestre, que va á cortar la costa brasileña hácia Os Ilheos, al Norte de Porto-Seguro, á los 15° de latitud austral. Desde allí á las mesetas elevadas de las cordilleras, en que he podido observar la inclinacion de la aguja, entre las minas de plata de Micuipampa y la antigua residencia de los Incas, Caxamarca, recorre toda la América del Sud; vasta region, que por aquellas latitudes es aun para nosotros una *tierra incógnita*, magnética, como el Africa Central.

Por recientes observaciones, recogidas y discutidas por Sabine, sabemos que desde 1825 á 1837 el nodo de la isla de Santo Tomás se ha adelantado 4° de Oriente á Occidente. Seria de suma importancia si el otro nodo, situado en el mar del Sud, hácia las islas de Gilberto, ha retrocedido al Oeste otro tanto, aproximándose al meridiano de las Carolinas.

Los brillantes descubrimientos de Oersted, Arago y Faraday demuestran que existe una relacion íntima entre la tension eléctrica de la atmósfera y la tension magnética del globo terrestre. Segun Oersted, el conductor queda imantado por la corriente eléctrica que le atraviesa; y segun Faraday, del magnetismo nacen por induccion corrientes eléctricas. El magnetismo, pues, no es otra cosa que una de las formas

múltiples bajo las cuales puede manifestarse la electricidad; y estaba reservado á nuestra época el probar la identidad de las fuerzas eléctricas y magnéticas, presentidas ya confusamente desde los tiempos más remotos. Con gran sorpresa mia, he reconocido que los salvajes de las orillas del Orinoco, saben producir la electricidad por medio del lucimiento; los niños de esas tribus se entretenian en frotar los granos aplanados, secos y brillantes de una planta trepadora silicuosa (probablemente la *negritia)*, hasta que conseguian atraer con ellos hebras de algodon ó briznas de cañas. Para aquellos salvajes, eso era simplemente un juego de niños; pero para nosotros, ¡qué asunto de graves reflexiones! Entre aquellos juegos eléctricos de los salvajes, y nuestros para-rayos, nuestras pilas voltaicas y nuestros chispeantes aparatos magnéticos, hay un abismo insondable que han escavado miles de años de progreso y de desarrollo intelectual.

Cuando reflexionamos sobre la perpétua movilidad de los fenómenos del magnetismo terrestre; cuando vemos que la intensidad, la inclinacion y la declinacion varian á la par con las horas del dia y de la noche, con las estaciones, y aun con el número de años trascurridos, no podemos menos de creer que las corrientes eléctricas de que dependen estos fenómenos, forman sistemas parciales muy complejos en el interior de la corteza de nuestro planeta. Pero ¿cuál es el orígen de estas corrientes? ¿Serán como en los

esperimentos de Seebek, simples corrientes termo-eléctricas producidas por la desigual distribucion del calórico, ó más bien corrientes de induccion, nacidas de la accion calorífica del Sol? ¿Concederemos cierta influencia en la distribucion de las fuerzas magnéticas al movimiento de rotacion de la Tierra, y á la diferente velocidad de las zonas segun su mayor ó menor distancia al Ecuador? ¿Existirá quizás algun centro de accion magnética en los espacios interplanetarios, ó en cierta polaridad del Sol y de la Luna? Estas últimas hipótesis nos recuerdan que Galileo en su célebre *Diálogo*, esplica la direccion constante del eje de la Tierra por medio de un centro de accion magnética situado en los espacios celestes.

Si nos representamos el interior del globo terrestre como una masa mantenida en el estado de liquefaccion por un calor enorme, preciso es que renunciemos á la hipótesis del núcleo magnético que han supuesto en la Tierra algunos físicos para esplicar estos fenómenos.

Sin embargo, el magnetismo no desaparece completamente sino á la temperatura del blanco, y el hierro conserva todavía vestigios, mientras su temperatura no pasa del rojo oscuro. Atribuíanse en otro tiempo las variaciones horarias de la declinacion al calentamiento progresivo de la Tierra bajo la influencia del movimiento diurno aparente del Sol; pero esta accion interesa solamente la capa más superficial, pues se halla demostrado por observaciones hechas cuidado-

samente en varios puntos del globo, valiéndose de termómetros colocados debajo de tierra á diferentes profundidades, que el calor solar penetra tan solo á algunos piés, y con estremada lentitud.

En el estado actual de nuestros conocimientos tenemos, pues, que resolvernos á ignorar las últimas causas físicas de estos complicados fenómenos; que si la ciencia ha hecho de algun tiempo acá brillantes progresos, es bajo otro aspecto muy diferente, ya determinando numéricamente los valores medios de cuanto puede ser sometido á las medidas de tiempo y de espacio, ya dirigiendo todos sus esfuerzos á distinguir lo que hay de constante y regular en el fondo de esas variables apariencias. De Toronto, en el alto Canadá, hasta el Cabo de Buena-Esperanza y la tierra de Van-Diemen, y de París á Pekin se halla el globo cubierto de *Observatorios magnéticos*, en los cuales se espía sin cesar desde 1828, por medio de observaciones simultáneas, toda manifestacion regular ó irregular de magnetismo terrestre, y se calculan hasta las variaciones de 1[40,000 en la intensidad total.

Intimas relaciones existen entre el magnetismo del globo y las fuerzas electro-dinámicas valuadas por Ampere de una parte, y la produccion de la luz polar y del calórico de nuestro planeta, de otra, advirtiendo que los polos magnéticos de la Tierra se consideran como polos de frio. Hace mas de 128 años, Halley sospechaba

que las auroras boreales podrian ser muy bien simples fenómenos magnéticos: hoy esta vaga sospecha ha adquirido el valor de la certidumbre esperimental, despues que el brillante descubrimiento de Faraday nos ha hecho ver que la luz puede producirse por la sola accion de las fuerzas magnéticas.

Hay ciertos fenómenos precursores de la aurora boreal: ya durante el dia que precede á la aparicion nocturna, la marcha irregular de la aguja imantada anuncia una perturbacion en el equilibrio de las fuerzas magnéticas terrestres. Cuando esta perturbacion alcanza su mas enérgico grado de desarrollo, el equilibrio roto se restablece por medio de una descarga acompañada de luz. «La aurora boreal no debe ser considerada como causa esterior de la perturbacion, sino como resultado de una actividad terrestre, cuyo poder alcanza á producir fenómenos luminosos, y que se manifiesta así, de un lado, por esta produccion de luz, y de otro, por las oscilaciones de la aguja imantada.» La aparicion de la aurora boreal es el acto que pone fin á una *tempestad magnética*, así como en las tempestades eléctricas otro fenómeno luminoso, el relámpago, anuncia que el equilibrio momentáneamente alterado en la distribucion de la electricidad, llega al cabo á restablecerse.

Para reunir en un solo cuadro todos los rasgos característicos de este fenómeno, conviene ante todo describir el nacimiento, y despues las

diversas fases de una aurora boreal completamente desarrollada. Hácia el meridiano magnético del lugar en que se ha de realizar el fenómeno, el cielo, antes puro y sereno, empieza á encapotarse por el horizonte, formándose en él una especie de velo nebuloso que sube lertamente hasta llegar por último á una altura de 8 ó 10 grados; por entre este segmento oscuro, cuyo color pasa del negruzco al violado, se divisan las estrellas como á través de una espesa niebla. Otro arco mas ancho, pero de brillante luz, al principio blanco y despues amarillo, limita el segmento oscuro; pero como este arco luminoso aparece despues que el segmento, es imposible atribuir la presencia de este último á un simple efecto de contraste con el arco brillante.

A las veces, el arco luminoso parece agitado durante horas enteras, por una especie de efervescencia y por un cambio contínuo de forma, antes de comenzar á despedir los rayos y columnas de luz que suben hasta el zénit. Cuanto mas intensa es la emision de la luz polar, mas vivos son sus colores, que pasan del violado y el blanco azulado al verde y rojo purpurino, por todas las tintas intermedias. Las columnas de luz salen, al parecer, del arco brillante, mezcladas con rayos negruzcos que semejan una espesa humareda; ó bien se elevan simultáneamente en diferentes puntos del horizonte, confundiéndose en un mar de fuego. Es tal en ciertos momentos la intensidad de esta luz, que Lowenœrn pudo

reconocer en pleno dia, el 29 de Enero de 1786, los cambios luminosos y ondulaciones de la aurora boreal.

Suelen verse con bastante frecuencia *auroras australes* en nuestros climas, así como se ven *auroras boreales* entre los trópicos, en Méjico, por ejemplo, en el Perú, y aun hasta los 45° de latitud austral; y no es raro que el equilibrio magnético se turbe simultáneamente hácia uno y otro polo. Como quiera que sea, el aspecto del fenómeno depende siempre de la posicion del observador, y cada cual ve su aurora boreal, así como cada cual ve tambien diferente su arco iris. Es necesario distinguir la zona terrestre en que la aparicion luminosa es simultáneamente visible en todas partes desde que se presenta, y las regiones mucho menos estensas en que se reproduce casi todas las noches. Una misma aurora boreal ha sido frecuentemente observada á la propia hora en Inglaterra y en Pensilvania, en Roma y en Pekin; salvo que la frecuencia de estas apariciones disminuye con la latitud magnética, ó en otros términos, decrece á medida que el observador se aleja, no del polo terrestre, sino del magnético. Mientras que en Italia una aurora boreal es fenómeno muy raro, obsérvase muy á menudo por el contrario en América, en el paralelo de Filadelfia, porque estas regiones están menos distantes del polo magnético. En Irlanda, Groenlandia, Terra-Nova, á orillas del lago del Esclavo y en Fort-Entreprise en el alto

Canadá, el cielo se ilumina todas las noches en ciertas épocas del año con resplandores movibles, que como dicen los habitantes de las islas de Shetland, forman «una alegre danza.» Las auroras boreales, por último, no son ni mas vivas ni mas frecuentes en el mismo polo magnético, sino á cierta distancia de dicho punto; así al menos se desprende de los datos recogidos en las espediciones polares.

Al dar á tan magníficas apariciones el nombre de *auroras boreales*, ó el mas inexacto aun de luces polares, se ha querido solamente designar la direccion por donde empiezan á producirse las mas veces. La gran importancia de este fenómeno consiste en que la Tierra está dotada de la cualidad de emitir una luz propia, distinta de la que recibe del Sol. La intensidad de la *luz terrestre*, ó propiamente hablando, la claridad que en todo su esplendor puede esparcir esta luz sobre la superficie de la Tierra, es algo mas viva que la del primer cuarto de Luna, y tan fuerte á veces, que sin trabajo ha sido posible leer caractéres impresos. Esta luz de la Tierra, cuya emision no se interrumpe casi nunca hácia los polos, nos recuerda el resplandor fosforescente que se observa por lo comun en la parte de Venus no iluminada por el Sol; y no será estraño que otros planetas (Júpiter), la Luna y aun los cometas posean tambien una luz nacida de su propia sustancia, independiente de la que el Sol les envia, y cuyo orígen comprueba el polaris-

copo. Aun prescindiendo de la apariencia problemática, pero muy comun, de las nubes poco elevadas, cuya superficie toda brilla durante algunos minutos con trémulo resplandor, hay en nuestra atmósfera otros ejemplos que citar de esta produccion de las terrestre, cuales son las famosas nieblas secas de 1783 y 1831, que emitian una luz muy sensible durante la noche; aquellas grandes nubes, observadas con tanta frecuencia por Rocier y por Beccaria, que brillaban con luz apacible; y por último (observacion ingeniosa de Arago), la luz difusa que guia nuestros pasos en las noches de otoño ó primavera, cuando las nubes interceptan toda luz celeste y la nieve no cubre aun la Tierra. Si las altas latitudes tienen sus auroras, cuyos resplandores coloreados atraviesan é iluminan la atmósfera, las cálidas regiones de los trópicos tienen tambien su luz, que brilla en la superficie del Océano, en una estension de muchos miles de leguas cuadradas. Pero aquí la luz es un producto de las fuerzas orgánicas de la naturaleza; las olas, coronadas de espuma fosforescente, se alzan, ruedan y quiebran como en un mar de fuego; cada punto de su inmensa superficie es una chispa, y en cada chispa se manifiesta la vida animal de un mundo invisible. Tales son las fuentes numerosas de la luz terrestre.

Si el calor central de nuestro planeta se liga, por una parte, á la produccion de las corrientes electro-magnéticas, y de la luz terrestre que nace

de ellas, bajo otro punto de vista, se presenta como fuente principal de los fenómenos geognósticos. Ahora nos proponemos considerar estos fenómenos en su encadenamiento y diversas fases, desde la conmocion puramente dinámica y el levantamiento de los continentes ó de las cadenas de montañas, la erupcion de los gases y de los vapores, de los torrentes de lodo hirviendo y de las rocas ígneas ó de lavas en fusion, que se trasforman por el enfriamiento en rocas cristalizadas.

A fin de seguir en el cuadro de los fenómenos geognósticos el órden mismo de su filiacion y de su dependencia originaria, empezaremos por aquellos cuyo carácter es esencialmente dinámico. Los *temblores de tierra* se manifiestan por oscilaciones verticales, horizontales ó circulares, que se suceden y se repiten con cortos intérvalos. Las dos primeras especies de sacudidas son frecuentemente simultáneas: tal es, á lo menos, el resultado de las numerosas observaciones de este género que he podido hacer por mar y por tierra en una y otra parte del mundo. La accion vertical de abajo á arriba produjo en Riobamba, en 1797, el efecto de la esplosion de una mina, hasta el punto de que los cadáveres de gran número de sus habitantes fueron arrojados mas allá del arroyo de Lican hasta *la Culca*, colina cuya altura es de muchos centenares de pies. Ordinariamente la sacudida se propaga en línea recta ú ondulada á razon de 4 á 5 miriá-

metros por minuto; alguna vez se estiende á la manera de las ondas y forma círculos de conmocion, en los cuales las sacudidas se van del centro á la circunferencia, pero disminuyendo de intensidad.

Los medios que se han imaginado para estudiar las ondas de conmocion indican con bastante exactitud su direccion y su intensidad total, pero no su alternancia ó su intumescencia periódica. La ciudad de Quito está situada al pié de un volcan todavia en actividad (el Rucu Pichincha) á 2,910 metros sobre el nivel del mar; posee bellas cúpulas, elevadas iglesias, casas macisas de muchos pisos, y los temblores de tierra son allí frecuentes; pero con gran sorpresa mia he visto que rara vez estas sacudidas cuartean las paredes, al paso que en los llanos del Perú, oscilacionès mucho menos fuertes perjudican las chozas de Bambú muy poco elevadas. Los indígenas que han conocido millares de temblores de tierra, creen que esta diferencia depende menos de la duracion larga ó corta de las sacudidas y de la lentitud ó rapidez de la oscilacion horizontal, que de la regularidad de los movimientos que se producen en sentidos contrarios. Las sacudidas circulares ó giratorias son las mas raras, pero tambien las mas peligrosas.

En los paises en que los temblores de tierra son relativamente mas raros, se cree generalmente, á consecuencia de una induccion incom-

pleta, que la serenidad de la atmósfera, un calor sofocante y el horizonte cargado de vapores, son los fenómenos precursores del terremoto; pero es un error, contradicho no solamente por mi propia esperiencia, sino que tambien por la de todos los observadores que han pasado algunos años en comarcas tales como Cumaná, Quito, el Perú y Chile, cuyo suelo se vé frecuentemente agitado por violentas sacudidas. Yo he sentido temblores de tierra en tiempo sereno ó lluvioso, y lo mismo con la fresca brisa del Este, que con un huracan tempestuoso.

La intensidad de cierto ruido que casi siempre acompaña á los temblores de tierra, no crece en la misma proporcion que la violencia de las sacudidas. Estudiando atentamente las diversas fases del temblor de tierra de Riobamba (4 de febrero de 1797), acontecimiento de los más terribles que ha mencionado la física de nuestro globo, me convencí plenamente de que la gran sacudida no fué acompañada del más leve rumor. La formidable detonacion *(el gran ruido)* que se oyó debajo de tierra en Quito y en Ibarra pero nó en Tacunda, ni en Hambato, ciudades más aproximadas sin embargo, al centro de conmocion, no se produjo sino 18 ó 20 minutos después de la catástrofe. Un cuarto de hora más tarde del célebre terremoto que destruyó á Lima (28 de octubre de 1746), se oyó en Trujillo un trueno subterráneo, pero sin producir sacudida alguna. Así tambien, trascurrido

largo tiempo desde el gran temblor de tierra de Nueva Granada (16 de noviembre de 1827), descrito por Boussingault, se oyeron en el valle de Cauca detonaciones subterráneas que se sucedian de 30 en 30 segundos pero siempre sin sacudidas.

La naturaleza del ruido es sumamente variable: ya rueda, brama y resuena como si chocaran cadenas; á las veces es vibrante como los estallidos de los truenos cercanos, y tambien retumba con estrépito, cual si en las cavernas subterráneas se quebrasen masas de obsidiana ó de rocas vitrificadas. Es sabido que los cuerpos sólidos son excelentes conductores del sonido, y que las ondas sonoras se propagan en la arcilla cocida con una velocidad de diez ó doce veces mayor que en el aire; y por lo tanto los ruidos subterráneos pueden oirse á distancias enormes del punto donde se producen. En los llanos de Calabozo y en las orillas de Rio-Apure en Caracas, uno de los afluentes del Orinoco, es decir, en una estension de 1,300 miriámetros cuadrados, se oyó una espantosa detonacion, no acompañada de sacudidas, en el momento mismo en que un torrente de lava salía del volcan de San Vicente, situado en las Antillas á una distancia de 120 miriámetros, que es, como si dijéramos, que una erupcion del Vesubio se había sentido en el Norte de Francia.

Aun cuando estos ruidos subterráneos no vayan acompañados de sacudidas, producen siem-

pre honda impresion, aun sobre aquellos que han habitado mucho tiempo en parajes sometidos á frecuentes sacudimientos, pues espérase con ansiedad lo que seguirá á estos gruñidos interiores.

Por formidable que sea para el espectador la erupcion de un volcan, siempre queda circunscrita en estrechos límites; mas no sucede lo mismo con los temblores de tierra, pues si bien la vista distingue apenas las oscilaciones del suelo, el asolamiento que éstas producen pueden estenderse á miles de leguas. En los Alpes, en las costas de Suecia, en las Antillas, en el Canadá, en Turinga y hasta en los pantanos del litoral del Báltico, se sintieron las sacudidas del temblor de tierra que destruyó á Lisboa el 1.° de noviembre de 1755. Rios lejanos fueron apartados de su curso, fenómeno ya señalado en la antigüedad por Demetrio de Calateo; las fuentes termales de Tæplitz se agotaron en un principio, y después aparecieron de nuevo con aguas coloreadas de ocre ferruginoso é inundaron la ciudad; en Cádiz las aguas del mar se elevaron á 20 metros sobre su nivel ordinario, y en las pequeñas Antillas, donde la marea no sube casi nunca de 70 á 75 centímetros, se elevaron las olas negras como la tinta á más de 7 metros de altura. Háse calculado que las sacudidas se percibieron en este dia fatal, sobre una estension de territorio cuatro veces mayor que la de Europa. Ninguna fuerza destructora, sin esceptuar ni aun la más mortífera de nuestras invenciones,

es capaz de hacer perecer á tantos hombres á la vez en un espacio de tiempo tan corto en algunos minutos, y en algunos segundos, perecieron sesenta mil hombres en Sicilia el año 1693; treinta ó cuarenta mil en el temblor de tierra de Riobamba de 1797, y quizás cinco veces otros tantos en el Asia menor y en Siria en tiempo de Tiberio y Justino el Anciano, hácia los años 19 y 526.

Si fuera posible reunir noticias del estado diario de toda la superficie terrestre, se adquiriría bien pronto la conviccion de que se halla siempre agitada por sacudidas en alguno de sus puntos, incesantemente sometida á la reaccion de la masa interior. Basta considerar la frecuencia y universalidad de este fenómeno, provocado indudablemente por la elevacion de temperatura, y el estado de fusion de las capas inferiores, para comprender que es independiente de la naturaleza del suelo en que se manifiesta.

Si puede creerse á primera vista que los temblores de tierra producen efectos puramente dinámicos, estudiando los hechos más corroborados, se conoce bien pronto que no se limitan á levantar de su antiguo nivel paises enteros, tales como la costa de Chile en noviembre de 1822, y Ella-Bund en junio de 1819, despues del temblor de tierra de Cuth, sino que dan nacimiento tambien á erupciones de agua caliente (en Catania 1818) de vapores acuosos (en el valle del Misisipí, cerca de Nueva-Madrid, 1812), de miasmas tan perjudiciales á los rebaños que pastan

en los Andes, de lodo, de negra humadera, y aun de llamas, (en Mesina, 1783 y en Cumaná 1707). Durante el gran temblor de tierra que destruyó á Lisboa el 1.° de noviembre de 1755, viéronse salir llamas y columnas de humo de una grieta formada nuevamente en la roca de Alvidras, cerca de la ciudad, tanto más espesa, cuanto las detonaciones subterráneas eran más intensas.

El comun orígen de los fenómenos que acabo de describir, se halla aun envuelto en la oscuridad. Indudablemente es preciso atribuir á la reaccion de los vapores sometidos á una presion enorme en el interior de la tierra, todas las sacudidas que agitan su superficie, desde las más formidables esplosiones hasta esas débiles conmociones, en modo alguno peligrosas, que se sintieron durante muchos dias en Scaccia de Sicilia, antes del levantamiento volcánico de la nueva isla de Julia. Es evidente que el foco donde nacen y se desarrollan estas fuerzas destructoras está situado debajo de la costra terrestre, ¿pero á qué profundidad? Lo ignoramos; así como la naturaleza química de estos vapores tan violentamente comprimidos.

Si la actividad de los volcanes, cuando no encuentran salida, se ejerce contra el suelo y provoca temblores de tierra, estos, á su vez, obran por reaccion sobre los fenómenos volcánicos. Las grietas ayudan á la formacion de los cráteres de erupcion y favorecen las reacciones químicas que en ellos se engendra por el contacto del aire.

Una columna de humo que salia del volcan de Pasto, en la América del Sud, desapareció súbitamente el 4 de febrero de 1797, durante el gran temblor de tierra que destruyó á Riobamba, 36 miriámetros más allá, hácia el Sud. Temblores de tierra que se hacian sentir en toda la Siria, en las Ciclades y en Eubea, cesaron de repente en el momento mismo en que un torrente de materias ígneas brotaba en las llanuras de Chalcis. Refiriendo este hecho el célebre geógrafo d'Amasea, añade: «que desde que las bocas del Etna se habian abierto y bomitaban fuego; desde que las masas de agua y de lavas en fusion pueden ser arrojadas fuera, el litoral padece menos temblores de tierra que cuando los cráteres estaban cerrados antes de la separacion de la Sicilia y de la Italia.»

Es, pues, indudable, que la fuerza volcánica interviene en los temblores de tierra; pero esta potencia universalmente esparcida como el calor central del planeta, llega raramente, y esto en algunos puntos aislados, á producir fenómenos de erupcion. Las masas liquefactas de basalto, de melafiro y de grunstein que surgen del interior, llenan poco á poco las hendiduras y acaban por cerrar toda salida á los vapores. Cuando estos se acumulan, acrece su tension, y su reaccion contra la costra terrestre puede ejercerse de tres maneras distintas: ó quebrantan el suelo, ó le levantan bruscamente, ó varian con lentitud la diferencia de nivel entre los continentes y los

mares. Esta última accion no es sensible sino despues de largos años, y fué observada por primera vez en una estension considerable de Suecia.

Despues de haber considerado á la Tierra como fuente de calórico, de corrientes electro-magnéticas, de la luz de las auroras polares, y de los movimientos irregulares que agitan su superficie, réstanos descubrir los productos materiales de las fuerzas que animan nuestro planeta, y las modificaciones químicas que se efectuan en sus capas superiores, y aun en la misma atmósfera. Vemos salir del suelo vapores acuosos; efluvios de gas ácido carbónico, casi siempre sin mezcla de ázoe; gas hidrógeno sulfurado, vapores sulfurosos; y con más rareza, vapores de ácido sulfúrico ó de ácido hidroclórico; por último, gas hidrógeno carbonado, del cual se sirven desde hace miles de años en la provincia china de Sse-Tchuan para alumbrarse y calentarse, y que acaba de aplicarse recientemente á los mismos usos en Fredonia, pequeña ciudad del Estado de NewYork de los Estados-Unidos de América. Las grietas de donde escapan estos gases y vapores no se presentan únicamente en las cercanías de los volcanes, sino que se las encuentra tambien en las regiones donde faltan el traquito y las demás rocas volcánicas.

De todas estas emanaciones gaseiformes, las más numerosas y abundantes son las de ácido carbónico denominadas tambien *mofetas*. En las

regiones volcánicas, las emisiones de ácido carbónico aparecen como un último esfuerzo de la actividad volcánica. En épocas anteriores, el calor más fuerte del globo terrestre y el número considerable de grietas que las rocas ígneas no habian cortado aun, favorecieron poderosamente estas emisiones; grandes cantidades de vapores de agua caliente y gas ácido carbónico se mezclaron con la atmósfera, y produjeron en casi todas las latitudes esa vegetacion exhuberante, esa plenitud de desarrollo orgánico cuyo cuadro ha trazado Adolfo Brongniart. En las regiones cálidas y húmedas, donde la atmósfera se halla siempre sobrecargada de gas ácido carbónico, los vegetales encontraron condiciones tan favorables á su desarrollo, que pudieron formar los materiales de las capas de carbon de piedra y de lignito, fuentes casi inagotables de fuerza física y de bienestar para las naciones. Estos lechos de combustibles están repartidos principalmente en cuencas que la naturaleza parece haber concedido especialmente á ciertas regiones de Europa, tales como las Islas Británicas, la Bélgica, la Francia, las provincias Rinianas interiores y la Silesia superior. La enorme cantidad de ácido carbónico cuya combinacion con la cal ha producido las rocas calizas, formando esas grandes capas en que solo entra próximamente como una octava parte de carbon, salió entonces del fondo de la Tierra, bajo la influencia predominante de las fuerzas volcánicas. Lo que no pudieron ab-

sorver las tierras alcalinas, se repartió en la atmósfera, donde los vejetales del antiguo mundo se unieron incesantemente; el aire, purificado asi por el desarrollo de la vida vejetal, no contiene ya hoy dia sino una preparacion de gas ácido carbónico estremadamente escasa y sin influencia deletérea en las organizaciones animales del mundo actual. Por entonces tambien, abundantes emisiones vaporosas de ácido sulfúrico ocasionaron la destruccion de las innumerables especies de moluscos y peces que habitaban las aguas del antiguo mundo, y formaron las capas de yeso contorneadas en todos sentidos y sometidas por aquel tiempo, sin duda alguna, á frecuentes sacudidas.

Causas físicas análogas hacen surgir aun hoy del seno de la Tierra, gases, líquidos, légamos y lavas hirvientes; pudiendo ser considerados los cráteres de erupcion como especies de fuentes intermitentes. Todas estas materias deben su temperatura y su constitucion química á los mismos lugares de donde surgen. El calor medio de las fuentes es inferior al de la atmósfera cuando sus aguas descienden de las alturas. Las procedentes de lo alto de las montañas pueden mezclarse á las del interior de la Tierra, de donde resulta que la temperatura de las fuentes no dá siempre con exactitud la posicion de las líneas *isogeotermas* ó líneas de igual temperatura interna de la Tierra, como notamos mas de una vez mis compañeros de viaje y yo en el Asia septentrional.

Para que los manantiales frios puedan darnos fielmente la temperatura media, es preciso que estén puros de toda mezcla con las aguas que descienden de las alturas ó con las que vienen de capas muy profundas, y que además recorran un largo trayecto subterráneo á la profundidad constante de 13 á 19 metros en nuestros climas, y de poco más de 1 metro, en las regiones equinociales. Con efecto, la temperatura no comienza á ser constante en aquellas diferentes regiones, sino en las capas que se encuentran á las profundidades indicadas; ó en otros términos; á las capas en que las variaciones horarias diurnas, y aun mensuales, de la atmósfera, dejan de ser perceptibles.

Segun lo que sabemos respecto del crecimiento del calórico en el interior de la Tierra, las capas donde estas aguas adquieren una temperatura tan elevada deben estar situadas á una profundidad de 2,200 metros. Si el calor interno de la Tierra es la causa general que produce los manantiales calientes, las rocas que estos atraviesan no pueden modificar su temperatura sino en virtud de su permeabilidad ó de su capacidad para el calórico. Los más calientes de todos los manantiales permanentes, aquellos cuya temperatura es de 95° ó de 97, son tambien los más puros y menos cargados de materias minerales en disolucion; pero su calor es menos constante que el de los manantiales comprendidos entre 50 y 74°. La invariabilidad de

éstos, bajo la relacion de la temperatura y de la composicion química, se ha conservado de una manera muy notable, al menos en Europa, desde hace cincuenta ó sesenta años, es decir, desde que la exactitud de nuestras medidas termométricas y de nuestras análisis ha permitido comprobarlo. La repentina aparicion del Jorullo, nuevo volcan cuya existencia se ignoraba antes de mi viaje á América, ha demostrado cómo pueden proceder los manantiales de agua caliente de las aguas pluviales que caen en el interior de la Tierra para reaparecer más lejos, después de haber estado en contacto con un foco volcánico. Cuando el Jorullo se elevó de repente en setiembre de 1759, á 513 metros sobre las llanuras que le rodean, dos pequeños rios llamados de Cuitimba y San Pedro, desaparecieron á la par: algun tiempo después fuertes sacudidas les abrieron salida, y reaparecieron bajo la forma de manantiales termales. En 1803 medí su temperatura y era de 65°,8.

Puesto que los temblores de tierra vienen frecuentemente acompañados de emisiones de agua y de vapores, podemos considerar las *salsas* ó pequeños volcanes de fango, como el punto de transicion de las emisiones gaseosas y de los manantiales termales á las espantosas erupciones de los montes ignívomos. Con efecto, si esos manantiales irregulares de materias fundidas, que llamamos volcanes, dan nacimiento á las rocas volcánicas, por su parte los manan-

tiales termales, cuyas aguas están cargadas de ácido carbónico y de gas sulfuroso, producen por vía de depósito, de una manera lenta, pero contínua, capas de travertino horizontalmente superpuestas, ó bien forman montecillos cónicos, como en la Argelia por ejemplo, y en los Baños de Caxamarca sobre la vertiente occidental de las cordilleras peruanas.

Las *salsas* ó volcanes de fango merecen, en mi concepto, mayor atencion que la que han acostumbrado á concederles los geólogos. El haber desconocido la importancia de este fenómeno, depende de que hasta ahora no se ha considerado más que la última de las dos fases que presenta, es decir, el período de calma en que persisten las salsas durante siglos enteros. La aparicion de las salsas vá acompañada de temblores de tierra, de truenos subterráneos, del levantamiento de regiones enteras y de emisiones de llamas que se elevan á gran altura, si bien son de corta duracion.

La aparicion de los volcanes de fango ofrece siempre cierto carácter de violencia, si bien no pueden quizás citarse dos fenómenos de este género que la ofrezcan en igual grado; despues de la primera erupcion acompañada de llamas, presentan al observador el aspecto de una actividad interior del globo terrestre, débil, es cierto, pero contínua, y que siempre va ganando terreno. Pronto llega á cortarse la comunicacion con las capas profundas en donde reina un intenso

calor, y vienen las erupciones de fangos frios á demostrarnos que el sitio del fenómeno en esta segunda fase no tiene quizás su asiento á mucha distancia de la superficie. La reaccion del interior del globo contra su corteza esterior se manifiesta con una fuerza completamente distinta en los volcanes propiamente dichos, esto es, en los puntos donde existe comunicacion, ya sea permanente, ya periódica, con un foco situado á gran profundidad. Es preciso distinguir cuidadosamente todos los efectos volcánicos mas ó menos pronunciados, tales como los temblores de tierra; las fuentes de agua caliente ó de vapores; los volcanes de fango; la ereccion de las montañas de traquita á manera de cúpula ó campana, pero sin escavacion; la formacion de una abertura en el vértice de estas montañas, ó la de un cráter de elevacion en los terrenos basálticos; y la aparicion final de un volcan permanente en estos mismos cráteres, ó en medio de los restos de su andamiada primitiva. En épocas diferentes, y segun sus distintos grados de actividad y de potencia, los volcanes permanentes emiten vapores acuosos ó ácidos, escorias incandescentes, y cuando las resistencias han sido vencidas, estrechas corrientes de lava fundida bajo la forma de prolongados arroyos de fuego.

Con no menor energía, si bien de una manera mas local, se ha manifestado tambien la reaccion del interior de nuestro planeta en el solevantamiento de porciones aisladas de la costra terres-

tre, causado por los vapores elásticos, y que aparece bajo las formas de cúpulas redondas de traquita feldespática y de dolerita; ó en el rompimiento de las capas á consecuencia de la presion de abajo á arriba y en la sucesiva elevacion de las mismas, de tal suerte que producen una vertiente interior, dando así lugar á que se forme el recinto de un cráter de elevacion. Este cráter presenta el aspecto de una isla volcánica, cuando el fenómeno de que hablamos se efectúa en el fondo del mar, cosa que no suele ser muy comun. De este modo se ha formado el circo de Nisyros en el mar Egeo, y el de Palma, descrito con notable erudicion por Leopoldo de Buch.

Un volcan propiamente dicho, no existe sino allá donde hay una comunicacion permanente del interior del globo con la atmósfera. Entonces, la reaccion del interior contra la superficie procede por largos períodos, pudiendo estar interrumpida durante siglos y reproducirse enseguida con nueva energía, como antiguamente acaeció en el Vesubio. En Roma pensábase ya en tiempo de Neron en colocar al Etna entre los volcanes que se apagan poco á poco; mas tarde afirmó Eliano que su vértice se hundia porque los navegantes no lo distinguian ya de tan lejos como otras veces. Si los indicios de la primera erupcion subsisten, y se conserva intacta la armazon primitiva, entonces el volcan se alza del centro de un cráter de levantamiento, y el cono de erupcion está rodeado de una muralla circu-

lar de rocas cuyo asiento ha sido fuertemente empujado hácia arriba. Algunas veces, no se encuentran vestigios del recinto que formaba esta especie de círculo, y en tales casos el volcan, cuya figura no es siempre circular, se levanta inmediatamente sobre una meseta á la manera de prolongada cumbre; tal es el Pichincha, al pié del cual está construida la ciudad de Quito.

Si á los volcanes se llama con justa razon en muchas lenguas montañas ignívomas, no por ello deduciremos que estas montañas se hayan formado siempre por la acumulacion incesante de corrientes de lava. Su composicion parece mas bien resultar en general de un levantamiento brusco de las masas reblandecidas de traquito, ó de augita mezclada con labrador. La altura del volcan da la medida de la fuerza que lo ha producido. Hay tanta variedad en esta altura, que ciertos cráteres tienen apenas las dimensiones de una simple colina, en tanto que en otros paisajes se ven conos de 6,000 metros de elevacion. La altura de los volcanes, me ha parecido que ejerce una grande influencia en sus erupciones; y que su actividad está en razon inversa de su altura.

En vez de estar libres y aislados en medio de las llanuras, pueden los volcanes hallarse rodeados como los de la doble cadena de los Andes de Quito, de una meseta de 3 ó 4,000 metros de elevacion. Esta circunstancia bastaria quizás

para esplicar los fenómenos particulares de aquellos volcanes que no vomitan nunca lava, aun en medio de formidables erupciones de escorias incandescentes, y de esplosiones que se oyen á mas de cien leguas. Tales son los volcanes de Popayan, los de la meseta de los Pastos y los de los Andes de Quito, salvo el volcan de Antisana, único quizás que se esceptúa entre estos últimos.

Lo que da á un volcan su fisonomía particular, es en primer término: la altura del cono de cenizas; despues, la forma y la magnitud de su cráter. Pero estos elementos principales de la configuracion general de las montañas ignivomas, el cono de cenizas y el cráter, no dependen de ninguna manera de las dimensiones de la misma montaña.

Situado casi siempre en la cima de la montaña el cráter de los volcanes, forma un valle profundo semejante á un cono truncado, cuyo fondo es casi siempre accesible á pesar de sus contínuos cambios; y aun puede decirse que la mayor ó menor profundidad del cráter es un indicio que permite juzgar si la última erupcion es ó no reciente. Largas hendiduras, de donde se escapan torrentes de humo, ó bien pequeñas escavaciones circulares llenas de materias en fusion, se abren y se cierran alternativamente en este valle. El fondo se hincha ó se hunde, y levántanse allí montecillos de escorias y conos de erupcion que surgen á veces sobre los bordes

del cráter, cambiando así el aspecto de la montaña durante años enteros; pero á la erupcion siguiente, estos conos caen y desaparecen de repente. No deben por lo tanto confundirse, como ha acontecido con harta frecuencia, las aberturas de los conos de erupcion con el cráter mismo que las contiene. Cuando este último es inaccesible á causa de su profundidad y de la vertiente de sus paredes como sucede al Rucu-Pichincha (4.855 metros), podemos al menos colocarnos sobre el borde, y considerar los vértices del cono que se levanta desde el fondo del valle interior, rodeados de vapores sulfurosos. ¡Magnífico espectáculo! Nunca se me ha presentado la naturaleza bajo un aspecto mas grandioso que en los bordes del cráter de Pichincha. En el intérvalo de una á otra erupcion puede suceder que el volcan no produzca ningun fenómeno luminoso, y sí solo vapores de agua caliente que se escapan por las grietas; no siendo estraño encontrar en el área recalentada del cráter, montecillos de escòrias á las cuales podemos aproximarnos sin peligro. En este último caso, es dado al geólogo viajero, entregarse sin temor al placer de ver en miniatura el espectáculo de una erupcion: masas de escorias inflamadas, arrojadas sin cesar por pequeños volcanes, caen sobre los lados de los montecillos, y cada esplosion se anuncia regularmente por un temblor de tierra puramente local. La lava sale algunas veces de las cavernas ó de los pozos que se forman en el mis-

mo cráter; pero nunca llega á romper las paredes ni á esparcirse por encima de los bordes. Si tiene lugar entre tanto una ruptura en las laderas de la montaña, la lava sale entonces por ella, y la corriente ígnea sigue una direccion tal, que el fondo mismo del cráter propiamente dicho, no deja de ser accesible en la época de sus erupciones parciales. Para dar una idea exacta de estos fenómenos, tan frecuentemente desfigurados por narraciones fantásticas, hemos debido insistir en la descripcion de la forma y de la estructura normal de los montes ignivomos, cuidando sobre todo fijar el sentido de las palabras *cráteres*, *volcanes*, *cono de erupcion*, cuya vaguedad y diferentes acepciones han introducido tanta confusion en esta parte de la ciencia.

Los volcanes se elevan sobre la línea de las nieves perpétuas, como los de la cadena de los Andes, presentan fenómenos particulares. Las masas de nieve que los envuelven se derriten repentinamente durante las erupciones, y producen inundaciones poderosas, torrentes que arrastran en pos de sí pedazos de hielo y escorias humeantes. Estas nieves ejercen tambien una accion contínua durante el período de calma del volcan, por sus filtraciones incesantes en las rocas de traquito. Las cavernas que se hallan en las laderas de la montaña ó en su base, se transforman poco á poco en receptáculos subterráneos que se comunican por estrechos canales con

los arroyos alpinos de la meseta de Quito. Los peces de estos arroyos se multiplican preferentemente en las tinieblas de las cavernas; y cuando las sacudidas que preceden siempre á las erupciones de las cordilleras quebrantan la masa entera del volcan, las bóvedas subterráneas, abriéndose de repente, vomitan á la vez agua, peces y fango tobáceo.

Este cuadro general de los fenómenos volcánicos, seria incompleto, si nos limitásemos á describir su actividad dinámica y la estructura de los volcanes; réstanos, pues, arrojar una mirada sobre la inmensa variedad de sus productos materiales. Las fuerzas subterráneas destruyen las antiguas combinaciones de los elementos para formar con ellos otras nuevas, ejerciendo su accion sobre la materia liquefactada por el calor, durante todo el tiempo que permite el estado de fluidez ó de disgregacion de la misma materia. Las líquidas, ó simplemente reblandecidas, se solidifican bajo la influencia de una presion mas ó menos considerable; y esta diferencia de presion parece ser la causa principal de la que existe entre las rocas *plutónicas* y las rocas *volcánicas*. El nombre de *lava* se aplica á las materias fundidas que salen en prolongadas corrientes de un orificio volcánico. Cuando varias de estas corrientes se encuentran, y son detenidas por un obstáculo, se ensanchan, llenan grandes depósitos y se solidifican en ellos formando capas superpuestas. Esto es todo lo que puede de-

cirse en general acerca de la especie de actividad volcánica de que se trata.

La composicion mineralógica de la lava varía segun la naturaleza de las rocas cristalinas que constituyen el volcan; segun la altura del punto en que se efectúa la erupcion; y, por último, segun el calor mas ó menos fuerte que reina en el interior. En algunos volcanes faltan completamente varios productos vitrificados, como la obsidiana, la perlita y la pomez; en otros, estas rocas provienen del cráter, ó de puntos situados interiormente á pequeñas profundidades. El estudio de estas relaciones, importantes para complejas, exige una gran exactitud en la análisis química ó cristalográfica.

Las emisiones gaseosas están formadas en gran parte por vapores de agua pura; se condensan y dan orígen á manantiales como los que sirven á los cabreros de la isla de Pantellaria. En la mañana del 26 de octubre de 1822 se vió salir por una hendidura lateral del cráter del Vesubio una corriente que por algun tiempo se creyó fuese de agua hirviendo; pero examinándola mas de cerca Monticelli, halló que era solo una corriente de ceniza seca, de lava reducida á polvo por el rozamiento que corria como fina arena.

Esta columna ascendente de ceniza es la que Plinio el Jóven describe en su célebre carta á Tácito, comparándola á un pino que no tenga mas ramas que las de la copa. Los resplandores

que se divisan durante las erupciones de escorias, y el brillo rojizo de las nubes situadas por encima del cráter, no son verdaderas llamas, ni pueden atribuirse á la combustion de gas hidrógeno; son, sí, reflejos de la luz de las masas incandescentes lanzadas por el volcan á gran altura, y provienen tambien del mismo cráter, que ilumina los vapores ascendentes. En cuanto á las llamas que se han visto salir del fondo del mar, como en tiempo de Strabon, durante las erupciones de volcanes situados cerca de la costa, ó poco antes del levantamiento de una nueva isla, nada nos atrevemos á decidir.

Independientes de la influencia de los climas en su modo de distribucion geográfica, hánse dividido los volcanes en dos clases esencialmente diferentes: los *volcanes centrales* y las *cadenas volcánicas*. Los primeros forman siempre el centro de un grupo de volcanes secundarios muy numeroso y regularmente dispuestos en todos sentidos; al paso que los de las cadenas volcánicas están escalonados á cortas distancias en una misma direccion, como chimeneas que se hubieran formado sobre una falla. Esta segunda clase se subdivide á su vez en otras dos: ó bien los volcanes de una misma cadena se elevan del fondo del mar en forma de islotes cónicos, y entonces están ordinariamente distribuidos al pié de una cadena de montañas primitivas que corre en la misma direccion, ó bien están colocados entre la línea culminante de la cadena primitiva cuyas

cimas forman. El Pico de Tenerife, por ejemplo, es un *volcan central*, y el centro de un grupo al cual pertenecen las islas volcánicas de Palma y Lanzarote. El inmenso baluarte natural que se estiende desde el Chile meridional hasta la costa Noroeste de América, ya simple, ya dividida en dos ó tres ramales paralelos, reanudados de trecho en trecho por estrechas articulaciones trasversales; la cadena de los Andes, en una palabra, nos ofrece en gran escala el ejemplo de una *cadena volcánica*, colocada en tierra firme.

El gran número de volcanes activos situados en las islas ó en las costas, y las erupciones submarinas que se producen todavia de tiempo en tiempo, han hecho pensar que la actividad volcánica está subordinada á la proximidad del mar, y háse creido que la una no podia desarrollarse ni durar sin la otra. Aceptando estas ideas antiguas como punto de partida, se ha procurado últimamente fundar toda la teoría de los volcanes sobre la hipótesis de la introduccion de las aguas marinas en sus focos, es decir, en las capas mas profundas de la corteza terrestre. Esta teoría produjo una discusion muy complicada; mas sin embargo, despues de bien considerados los datos que actualmente posee la ciencia, paréceme que el debate podia reasumirse en las cuestiones siguientes: ¿Los vapores acuosos que incontestablemente exhalan los volcanes en gran cantidad, aun en sus periodos de reposo, provienen de las aguas saladas del mar ó de las aguas

dulces meteóricas? ¿La fuerza de espansion del vapor de agua que se desarrolla á diversas profundidades en los focos de los volcanes, puede formar equilibrio con la presion hidrostática de las aguas del mar, y permitiria en ciertos casos un libre acceso á los focos volcánicos? ¿La produccion de una gran cantidad de cloruros metálicos; la presencia de la sal marina en las hendiduras de los cráteres, y la del ácido hidroclórico libre en los vapores acuosos que se desprenden de aquellos, suponen necesariamente la intervencion de las aguas del mar? ¿La inactividad de los volcanes, ya temporal, ya permanente y definitiva, está determinada por la obliteracion de los canales que primitivamente han conducido hácia sus focos las aguas del mar ó las aguas meteóricas? Finalmente, y sobre todo, ¿cómo conciliar la carencia de llamas y la falta de gas hidrógeno durante el período de actividad, con la hipótesis que atribuye esta actividad á la descomposicion de una enorme masa de agua? (no hay que perder de vista que el desprendimiento de hidrógeno sulfurado es propio de las sulfaratas, más bien que de los volcanes activos).

Los fenómencs volcánicos no dependen, pues, de la proximidad del mar, en el sentido de que deban su orígen á la introduccion de las aguas en las regiones subterráneas; que si las costas al parecer ofrecen favorable asiento á las erupciones, es en razon de que forman los bordes de profundas llanuras ocupadas por el mar, y de que

estos bordes cubiertos solamente por las capas de agua, y situados á mayor abundamiento á algunos miles de metros bajo el nivel del interior de los continentes, deben presentar en general á la accion de las fuerzas subterráneas, mucho menos resistencia que la tierra firme.

La formacion de los volcanes actuales cuyos cráteres establecen una comunicacion permanente, entre la atmósfera y el interior del globo, no debe ser de época muy remota, porque las capas de creta más elevadas, como todas las formaciones terciarias, existian antes que estos volcanes, como lo demuestran las erupciones de traquito y los basaltos que constituyen por lo comun las paredes de los cráteres de levantamiento. Los melafiros se estienden hasta las capas medias terciarias, pero empieza ya á mostrarse bajo de la formacion jurasica, puesto que atraviesan los abigarrados asperones. Conviene no confundir los cráteres actualmente en accion, con las erupciones anteriores de granito, de porfiros cuarzosos, y de eufótida, que se efectuaron por las fallas del antiguo terreno de transicion.

La actividad volcánica puede desaparecer completamente, como ha sucedido en Auvernia; algunas veces cambia de lugar y busca otra salida en la misma cadena de montañas y entonces la estincion no es más que *parcial*. Sin necesidad de remontarnos más allá de los tiempos históricos, encontramos ejemplos de estincion *total* mucho más recientes que los de Auvernia.

En efecto, el Mosychlos, volcan situado en la lisa consagrada á Vulcano, y cuyos «torbellinos de llamas» cita Sófocles, está en la actualidad apagado; y otro tanto puede decirse del volcan de Medina, que, segun Burckhardt, vomitó el último torrente de lava el 2 de noviembre de 1276.

Hemos llegado al término de la descripcion general de los volcanes, una de las más importantes manifestaciones de la actividad interior de nuestro planeta; descripcion fundada parte en mis propias observaciones, y parte en los trabajos de mi amigo Leopoldo de Buch, el mejor geólogo de nuestra época, y el primero que ha reconocido la íntima conexion y dependencia mútua de los fenómenos volcánicos. Estos trabajos me sirvieron de guía, principalmente en lo que se refiere á los contornos generales.

El estudio analítico del reino animal y vegetal del mundo primitivo, ha seguido dos direcciones, de las cuales han resultado dos ciencias distintas. La una, meramente morfológica, describe los organismos y estudia su fisiología, tratando de llenar por las formaciones estinguidas, los vacíos que se presentan en la série de los séres que actualmente viven. La segunda, más especialmente geológica, considera los restos fósiles en sus relaciones con las capas sedimentarias donde se les encuentra, y cuya antigüedad relativa pueden ellos determinar. Comparando de una manera muy superficial las es-

pecies fósiles con las especies actuales, se habia incurrido en un error cuyas huellas se descubren aun hoy en las singulares denominaciones que se dieron á ciertos cuerpos de la naturaleza. Este error consistía en el empeño de reconocer las especies vivas entre las organizaciones estinguidas, de igual manera que en el siglo XVI se confundían; por falsas analogías, los animales del mundo antiguo con los del nuevo continente. Pater Camper, Sæmering y Blumenbach, fueron los primeros que entraron en una senda más racional; y suyo es el mérito de haber aplicado los recursos de la anatomía comparada de una manera verdaderamente científica á la parte de la paleontologia, (arqueología de la organizacion) que se ocupa de los osamentos de los grandes animales vertebrados. Pero los grandes trabajos de Jorge Cuvier y Alejandro Brongniart, son los que han fundado la geología de los fósiles, por la feliz combinacion de los tipos zoológicos con el órden de sucesion y la edad relativa de los terrenos.

No se ha logrado hasta el presente descubrir una relacion exacta entre la edad de los terrenos y la graduacion fisiológica de las especies que contienen, por lo tocante á los animales invertebrados; por el contrario, esta dependencia se manifiesta de la manera más regular tratándose de los animales vertebrados. Entre estos últimos los más antiguos, son los peces; después, recorriendo de abajo á arriba la

série de las formaciones, se encuentran sucesivamente los reptiles y los mamíferos. El primer reptil (un sauriano del género Monitor segun Cuvier, se encuentra en el esquisto cobrizo de Zehstein, en Turingia, segun Murchison, el paleosauro y el tecodontosauro de Bristol, son de la misma época. El número de saurianos va aumentando en el calcáreo, conchifero, en el Kenper, y en la formacion jurásica, qae es donde llega al máximun. En la época de esta formacion vivian plesíosauros de largo cuello de cisne formado de treinta vértebras; el megalosauro, cocodrilo gigantesco de 15 metros de largo, con los huesos de sus piés muy semejantes á los de nuestros más pesados mamíferos terrestres; ocho especies de ictiosauros; el giosauro (*Lacerta gigantea* de Sœmmering); y en fin, siete especies de repugnantes plerodáctilos ó saurinos provistos de álas membranosas. El número de saurianos semejantes á los cocodrilos, disminuye ya en la creta; encuéntrase, sin embargo, en esta formacion, el *cocodrilo de Maestricht* (el mososauro de Conybeare), y el colosal iguanodonte, que quizás era herbívoro. Segun Cuvier, los animales pertenecientes a la especie actual de los cocodrilos se remontan casi á la formacion terciaria; y aun el *hombre testigo del diluvio* de Schenzer, enorme salamandra del género del axolote que traje á Europa de los grandes lagos del rededor de Méjico, pertenece á las más recientes formaciones de agua dulce de Œninga.

Tratando de leer en el órden de superposicion de los terrenos la edad relativa de los fósiles que contienen, se han descubierto importantes relaciones entre las familias y las especies (estas últimas siempre poco numerosas) que han desaparecido, y las familias ó las especies vivas todavía. Todas las observaciones están contestes en que los faunos y las floras fósiles difieren tanto más de las formas animales ó vejetales existentes, cuanto que las formaciones sedimentarias donde yacen, son más inferiores, es decir, más antiguas. Así, pues, grandes variaciones han tenido lugar sucesivamente en los tipos generales de la vida orgánica: grandiosos fenómenos, señalados primero por Cuvier, que ofrecen relaciones numéricas, que han sido objeto de las investigaciones de Deshayes y Lyell, y han llevado á estos sábios á resultados decisivos, sobre todo en cuanto á los tan numerosos y perfectamente conocidos fósiles, de las formaciones terciarias. Agasiz, que ha examinado 1700 especies de peces fósiles, y que calcula en 8000 el número de las especies actuales descritas, ó conservadas en nuestras colecciones, afirma en su gran obra, que «escepcion hecha de un pez fósil, propio de las geodas arcillosas de la Greonlandia, no ha encontrado nunca en los terrenos de transicion, ni en los secundarios y terciarios, animal de esta clase que fuese idéntico con un pez vivo en la actualidad;» y añade esta importante observacion: «La tercera parte de los fósiles del

calcáreo tosco y de la arcilla de Lóndres pertenece á familias estinguidas; debajo de la creta no se halla ni un solo género de peces de la época actual; y la singular familia de los sauroides (peces cuyas escamas están cubiertas de esmalte, que se aproximan casi á las de los reptiles, y provienen de la formacion carbonífera, donde yacen sus mayores especies, hasta la creta donde se encuentran aun algunos individuos) presenta con dos especies que habitan hoy el Nilo y ciertos rios de América (el lepidosteo y el polipteго) las mismas relaciones que existen entre nuestros elefantes ó nuestros tapires, y los mastodontes ó los anaploteriones del mundo primitivo.

Acabamos de ver que los vertebrados más antiguos, es decir, los peces que aparecen en todas las formaciones, á partir de los estratos silurícos de transicion hasta las capas de la época terciaria. De la misma manera, los saurianos empiezan en el zechstein, y si añadimos que la formacion jurásica (esquisto de Stonesfield) nos presenta los primeros mamíferos (tilacoterion de Prevost y de Buckland, análogo á los marsupiales, segun Valenciennes), y que el primer pájaro se ha encontrado en el depósito más antiguo de la formacion cretácea, habremos indicado los límites inferiores de las cuatro grandes divisiones de la série de los vertebrados.

En cuanto á los animales invertebrados, los corales pétreos y los sérpulos se encuentran confundidos en las formaciones más antiguas con

los cefalópodos y crustáceos de una organizacion muy elevada, así que se hayan mezclados los órdenes más diferentes en esta parte de la série animal; pero aun así, han podido descubrirse leyes fijas respecto de muchos grupos aislados pertenecientes á un mismo órden. Conchas fósiles de la propia especie, goniatitas, trilobitas, y numulitas, constituyen montañas enteras; y allí donde quiera que diferentes géneros están mezclados, existe por lo comun una relacion regular entre la série de los organismos y la de las formaciones, habiéndose observado tambien que la asociacion de ciertas familias y de ciertas especies, sigue una ley regular en los estratos superpuestos cuyo conjunto compone una misma formacion.

Las capas cuya naturaleza ha sido determinada por los fósiles ó los cantos rodados que contienen, constituyen un *horizonte geológico*, segun el cual, el observador perplejo puede orientarse y reconocer la *identidad* ó la *antigüedad* relativa de las formaciones, la *repeticion* periódica de ciertas capas, su *paralelismo* ó su completa *supresion*. Cuando nos proponemos abrazar así en toda su simplicidad, el tipo general de la formacion sedimentaria, se encuentra sucesivamente yendo de abajo á arriba:

1.° El *terreno de trancision*, dividido en grauwacka inferior y superior, ó en sistemas silurico y devoniano: este último tenia en otro tiempo el nombre de asperon rojo;

2.° El *trias inferior*, que comprende el calcáreo de montaña, los terrenos hulleros, el nuevo asperon rojo inferior (todtliegendes), y el calcáreo magnésico (zechstein);

3.° El *trias superior*, que comprende el asperon abigarrado, el calcáreo conchífero y el keuper;

4.° El *calcáreo jurásico* (lias y oólita);

5.° El *asperon macizo* (quadersandstein), la greda inferior y superior, así como las últimas capas que empiezan en el calcáreo de montañas;

6.° Las *formaciones terciarias*, que comprenden tres subdivisiones caracterizadas por el calcáreo basto, el carbon moreno ó lignita, y los arenales sub-apeninos.

Vienen luego los terrenos de transporte (aluvion), que contienen los osamentos gigantescos de los mamíferos del antiguo mundo, tales como los mastodontes, el dinotérion, el misurion y los megaterios, contándose entre estos últimos el mylodon de Owen, especie de perezoso de tres y medio metros de largo. A estas especies estinguidas, se unen los restos fosilificados de animales cuyas especies viven aun, como elefantes, rinocerontes, bueyes, caballos y ciervos. Existe cerca de Bogotá, 2660 metros sobre el nivel del mar, un campo lleno de osamentos de mastodontes, en el cual he hecho ejecutar escavaciones con el mayor cuidado; y en cuanto á los osamentos de la meseta mejicana, pertenecen á

ciertas razas estinguidas de verdaderos elefantes. En los estribos del Himalaya se contienen igualmente numerosos mastodontes; encuéntrase tambien el sivaterion y la gigantesca tortuga terrestre de cuatro metros de largo y dos de ancho; y por último, restos pertenecientes á especies vivas en la actualidad, como elefantes, rinocerontes, girafas: y cosa notable; estos fósiles corresponden á una zona donde domina todavía hoy el clima tropical, que se creia haber reinado en la época de los mastodontes.

Comparada ya la série de las formaciones inorgánicas de que la corteza terrestre se compone, con los restos organizados que las mismas contienen, réstanos por bosquejar el reino vegetal de los mundos primitivos, y demostrar de qué manera el ensanchamiento de la Tierra firme y las modificaciones atmosféricas han traido el desarrollo sucesivo de las diferentes floras. Ya hemos visto que las más antiguas capas de transicion no contienen sino plantas marinas y hojas celulares, y que los estratos devonianos son los primeros en que se encuentran algunas formas criptógamas de plantas vasculares. Por más que se haya creido posible deducir de ciertas miras teóricas acerca de la *simplicidad de las formas primitivas de los séres orgánicos*, que la vida vegetal ha precedido á la vida animal, y que la primera era una condicion necésaria para el desarrollo de la segunda, ello es lo cierto que ningun dato ha venido á justificar se-

mejante hipótesis, antes al contrario, las razas humanas que en lo antiguo fueron rechazadas hácia las regiones glaciales del polo ártico, y se alimentaban esclusivamente de peces y cetáceos, prueban por el hecho mismo de su existencia, que, en rigor, las sustancias vegetales no son indispensables á la vida animal. Después de las capas devonianas y del calcáreo de montaña, viene una formacion cuya análisis botánica ha hecho grandes progresos en estos últimos tiempos. El *terreno hullero* comprende no solamente plantas criptógamas análogas á los helechos, y monocotiledones fanerogamas, sino tambien dicotiledones y gymnos permas.

De las cuatrocientas especies que próximamente se conocen pertenecientes á la flora del terreno hullero, nos limitaremos á citar las calamitas y las licopodiáceas arborescentes; los lepidodendros escamosos; las sigilarias de 20 metros de longitud, que á las veces suelen encontrarse de pié y arraigadas, y se distinguen por su doble sistema de haces vasculares; las estigmarias semejantes á los cactos; una infinidad de hojas de helechos acompañados por lo comun de sus troncos, y cuya abundancia prueba que la tierra firme en las épocas primitivas era esencialmente insular; las cicádeas, y sobre todo las palmeras, en menor número que los helechos; las asterofitas de hojas verticilares, parecidas á las nayades; y las coníferas semejantes á ciertos pinos del género Araucaria con escasos vestigios

de anillos ánuos. Todo este reino vegetal se ha desarrollado ámpliamente en las partes levantadas y secas del viejo asperon rojo, manteniéndose invariables los caractéres que le distinguen del mundo vegetal actual, á través de los períodos siguientes, hasta las últimas capas de la greda. Pero la flora de formas tan estrañas en los terrenos hulleros, presenta en todos los puntos de la tierra primitiva una uniformidad sorprendente en los géneros, si no en las especies.

Acabamos de decir que las palmeras se encuentran reunidas con ciertas coníferas en terreno hullero, asociacion que se reproduce en todas las formaciones y se continúa buen trecho en el período terciario. En la actualidad parecen que huyen las unas de las otras. Estamos de tal modo acostumbrados, aunque sin razon, á considerar las coníferas como esencialmente propias de las regiones septentrionales, que yo mismo quedé sorprendido al encontrar un espeso pinar entre la venta y el alto que se hallan como subimos al mar del Sud, hácia Chilpansingo y las elevadas praderas de Méjico, á 1,200 metros sobre el nivel del mar; pinar que tardé un dia entero en atravesar, y en el cual se hallan los árboles coníferos entrelazados con palmeras de abanico llenas de pagagayos de variados colores. La América del Sud produce encinas, pero no alimenta ni una sola especie de pinos; y la primera vez que se presentó á mi vista un abeto como un recuerdo de mi pátria,

estaba situado cerca de una palmera de abanico. Tambien Cristóbal Colon en su primer viaje de esploracion divisó coníferas y palmeras mezcladas en la punta oriental del Norte de Cuba, y por consiguiente, entre los trópicos, aunque apenas sobre el nivel del mar. Este observador profundo, á quien nada se escapaba, habla de este hecho en su diario de viaje como de una singularidad, y su amigo Anguiera, secretario de Fernando el Católico, refiere lleno de sorpresa «que se encuentran juntos pinos y palmeras en el país nuevamente descubierto.» Es de gran interés para la geología comparar la distribucion actual de las plantas sobre la superficie de la tierra, con la geografía de las floras estinguidas. La zona templada del hemisferio austral, cuyas innumerables islas, abundantes aguas y maravillosa vejetacion que participa á la vez de la flora de los trópicos y de los países frios, ha descrito Darwin con tanto arte, es la que ofrece ejemplares más instructivos para la geografía de las plantas modernas y para la de las plantas primitivas, rama muy importante de la *historia del reino vegetal.*

Las cicádeas, que segun el número de las especies fósiles pertenecientes á esta tribu debieron jugar un papel más importante en el mundo actual, acompañan á sus análogas las coníferas de la época en que se formaron los lechos de carbon, y desaparecen casi totalmente en el período de los asperones abigarrados; pero en

este mismo período se desarrollan tambien ciertas coníferas. Las cicádeas adquieren su máximun en el Keuper y en ellias, donde se han encontrado hasta veinte especies distintas. En la greda predominan las plantas marinas y las náyades. El período terciario medio está caracterizado por la vuelta de las palmeras y de las cicádeas. Finalmente, la vegetacion del último período ofrece gran analogía con la flora actual. El *árbol de ámbar* del mundo primitivo era mas resinoso que cualquiera de los coníferos del mundo actual. En medio de las materias vegetales incrustadas en el ámbar se han encontrado flores machos y hembras de cupulíferas y de árboles indígenas de hojas aciculares; pero varios fragmentos bien determinados de *thuja*, de *cupressus*, de *ephedera* y de *castania vesca*, mezclados á otros fragmentos de nuestros abetos y enebros, acusan una vejetacion diferente de la que reina actualmente sobre el litoral del mar Báltico y del mar del Norte.

Acabamos de recorrer en la parte geológica del cuadro de la naturaleza toda la série de las formaciones, desde las rocas de erupcion y las capas sedimentarias mas antiguas, hasta el terreno de transporte en que yacen los pedruscos errantes. Supúsose que estos pedruscos fueron trasladados por ventisqueros ó por montañas de hielo flotantes; pero en mi concepto, mas bien lo fueron por la impetuosa caida de las aguas, detenidas primero en receptáculos naturales, y

desencadenadas luego por el levantamiento de las montañas. Por lo demás, el orígen de estas masas aisladas, de que no hablo aquí sino incidentalmente, será largo tiempo aun objeto de discusion. Los mas antiguos miembros de la formacion de transicion son el esquisito y la grauwacka, en los cuales se encuentran algunas plantas marinas procedentes del mar silúrico, llamado antiguamente mar cámbrico. Estos *terrenos primarios* (como se los llama) descansan sobre el gneiss y el micasquisto; pero si estas dos rocas deben considerarse en sí mismas como capas sedimentarias transformadas, ¿sobre qué base descansan los mas antiguos sedimentos? Aquí, escapa nuestro medio de investigacion que es la observacion directa, y quedamos abandonados á meras conjeturas. Segun un mito de la comogonia india, la tierra está sostenida por un elefante, el cual, para no caer, está á su vez apoyado por una enorme tortuga; pero no está permitido á los crédulos bramines preguntar quién mantiene á la tortuga. Muy semejante es el problema que aquí tratamos de resolver, y no será estraño, por tanto, que nuestra solucion se vea sometida á los ataques de la crítica. En la parte astronómica de esta obra hemos visto cómo se ha formado nuestro planeta á espensas de la atmósfera primitiva del Sol; es verosímil que la materia nebulosa de los anillos separados de esta atmósfera se haya aglomerado en esferoides, circulando alrededor del Sol, y que luego

la condensacion se fuere operando sucesivamente procediendo de las capas esteriores hácia el centro, hasta quedar, por último, formada la primera corteza sólida; las capas superiores de esta corteza constituyen, como las llamamos hoy, las mas antiguas capas silúricas; capas que han sido atravesadas y levantadas por rocas de erupcion salidas de profundidades inaccesibles. Es, pues, indudable, que existian ya estas rocas completamente formadas debajo del sistema silúrico, semejantes á esas otras rocas que aparecen aquí y allá, sobre la superficie de la tierra y que hemos llamado granito, roca augítica ó pórfiro cuarzoso. Guiados por la analogía, podemos admitir que las materias que han penetrado por los estratos sedimentarios, y rellenado sus hendiduras, son simples ramificaciones de una base inferior. Los focos de los volcanes activos están situados á profundidades enormes, y si he de juzgar por los fragmentos incrustados en la lava de los volcanes que he estudiado bajo las zonas mas diferentes, debo creer que una roca granítica primitiva forma el soporte de todo el edificio de las capas superpuestas que constituye la corteza terrestre. Si es cierto que el basalto compuesto de olivina no se dá antes del período cretáceo, y si las traquitas se presentaron mas tarde, no lo es menos que las erupciones graníticas pertenecen á la época de las mas antiguas capas sedimentarias, como se halla palpablemente demostrado hasta en la meta-

mórfosis de estas últimas capas.

Los progresos recientes de la geognosia nos permiten concebir cómo la determinacion de las *épocas geológicas*, por medio de los caractéres que suministran ya la composicion mineralógica de los terrenos, ya la série de los organismos, cuyos restos aquellos contienen, ya el modo de estratificacion de las capas levantadas, contorneadas ú horizontales, pueden conducirnos por el encadenamiento íntimo de los fenómenos al estudio de la *reparticion de las masas sólidas y líquidas*, y de los continentes y de los mares, que dan su corteza á nuestro planeta. Existe, en efecto, un punto de contacto entre la historia de las revoluciones del globo y de la descripcion de su superficie actual, entre la geología y la doctrina general de la forma y division de los continentes. Los contornos que separan la tierra firme del elemento líquido, y las relaciones de estension de sus superficies respectivas, han cambiado singularmente en la larga série de las épocas geológicas. Han variado cuando el carbon de piedra formaba sus lechos horizontales sobre las capas levantadas del calcáreo de montaña y del viejo asperon rojo; han variado tambien cuando las lias y la oolita se depositaban sobre las hiladas del keuper y del calcáreo conchífero, ó cuando la greda se precipitaba por las pendientes de la arena verde y del calcáreo jurásico.

Hé aquí el resultado de las investigaciones

hechas con el objeto de determinar la estension de la tierra firme en épocas diferentes. En los tiempos mas antiguos, durante los períodos de transicion silúrica y devoniana, y hácia las primeras formaciones secundarias, incluso el trias, el suelo continental consistia únicamente en islas separadas cubiertas de vegetales. En los períodos siguientes estas islas se unieron entre sí, pero de tal suerte, que formaban innumerables lagos y golfos profundamente cortados. Por último, cuando las cadenas de los Pirineos, de los Apeninos y de los montes Kárpatos se levantaron, y por consecuencia hácia la época de los terrenos terciarios, los grandes continentes aparecieron casi con la figura que tienen al presente. En el mundo silúrico y en la época en que reinaron las cicadeas y los saurianos gigantescos, fué ciertamente menor del uno al otro polo la estension de los terrenos salidos de las aguas, que la que tienen hoy los del mar del Sud y Océano Indico. Aquí es necesario añadir, para acabar la descripcion del engrandecimiento sucesivo de las tierras salidas de las aguas, que poco tiempo antes de los cataclismos que han traido en intérvalos mas ó menos largos la súbita destruccion de un número tan grande de vertebrados gigantescos, una parte de las masas continentales ofrecia ya las actuales divisiones; y aun se estenderá mucho mas esta semejanza, si atendemos á la gran analogía que reina en la América del Sud y en las tierras australes, entre

los animales indígenas de nuestro tiempo y las especies distinguidas.

Nuestros continentes deben quizás su altura sobre el nivel general de las aguas circundantes, á la erupcion del pórfiro cuarzoso, que ha trastornado tan violentamente la primera gran flora terrestre y los estratos de terreno hullero. Las partes unidas de los continentes, á las cuales damos el nombre de llanuras, no son en realidad mas que grupos estensos de colinas y de montañas, cuyas bases yacen al nivel del fondo del mar; ó en otros términos: toda llanura es una meseta con relacion al suelo sub-marino. Las desigualdades primitivas de estas mesetas han sido niveladas por las capas sedimentarias, y luego recubiertas por los terrenos de aluvion.

Tales son los principales datos que deben tenerse en cuenta cuando se trata de comparar las superficies respectivas de la tierra firme y del mar, y de estudiar la influencia que estas relaciones ejercen sobre la distribucion de las temperaturas, las presiones variables de la atmósfera, la direccion de los vientos, el estado higrométrico del aire, y por consiguiente sobre el desarrollo de la vegetacion. Basta considerar que el agua cubre cerca de los tres cuartos de la superficie total del globo, para que nos estrañe menos la imperfeccion en que habia permanecido la meteorología hasta principios de este siglo; pues solamente á partir de esta época, es cuando se empezó á recoger y á examinar una gran copia

de observaciones exactas sobre la temperatura del mar en diferentes latitudes, y en diversas estaciones del año.

Si como antes consignamos la estension de las tierras es mucho mayor en uno de los hemisferios que en el otro, ya se haga la division por el meridiano de Tenerife ó el Ecuador, tambien es fácil reconocer que existen además otros contrastes entre el antiguo y el nuevo continente, verdaderas islas rodeadas por todas partes del Océano. En efecto, su respectiva configuracion general y las direcciones de sus ejes máximos son totalmente diferentes; el continente oriental se dirige en masa del Oeste al Este, ó con mas exactitud del Sud-Oeste al Nordeste; en tanto que el continente occidental casi sigue la direccion de un meridiano, corriendo del Sud al Norte ó mas bien de S.-S. O. al N.-N.-O. A pesar de estas notables diferencias, obsérvanse tambien ciertas analogías entre ambos continentes, sobre todo en la configuracion de las costas opuestas: por el Norte, los dos continentes están cortados en la direccion de un paralelo (el de 70°); y al Sud, terminan ambos en punta ó en pirámides, con prolongaciones sub-marinas señaladas por salientes islas y bancos, que no otra cosa son, el archipiélago de la Tiera de Fuego, el banco de Lagullas, al Sud del cabo de Buena-Esperanza, y la Tierra de Van-Diemen separada de la Nueva Holanda (Australia) por el estrecho de Bas. La playa septentrional del Asia escede al

paralelo de que acabamos de hablar, pues hácia el cabo de Taimura llega á los 78° 16' de latitud, segun Krusenstern; pero desde la embocadura del gran rio de Tschukotschja hasta el estrecho de Bering, el promontorio oriental del Asia no pasa de 63° 3' segun Beechey. La orilla septentrional del nuevo continente sigue con bastante exactitud el paralelo de 70°; porque al Sud y al Norte del estrecho de Barrow, de Boothia-Felix y de la Tierra de Victoria todos los terrenos no son sino islas disgregadas.

La forma piramidal que los grandes continentes afectan en sus estremidades se reproduce frecuentemente en menor escala, no solamente en el Océano Índico (penínsulas de la Arabia é Índica, y península de Malaca), sino tambien en el Mediterráneo, donde ya Eratóstenes y Polycio habian comparado bajo esta relacion las penínsulas ibérica, italica y helénica. La Europa misma, cuya superficie es cinco veces menor que la del Asia, puede ser considerada como una península occidental de la masa casi enteramente compacta del continente asiático. Las numerosas articulaciones y la forma ricamente accidentada de los continentes, ejercen una gran influencia sobre las artes y la civilizacion de los pueblos que los ocupan: ya Strabon preconizaba como una ventaja capital «la variada forma» de nuestra pequeña Europa.

Nuestro Océano Atlántico presenta todos los rasgos que caracterizan la formacion de un va-

lle. Diríase que el choque de las aguas se ha dirigido primero hácia el Nord-este, luego hácia el Nor-oeste, y después otra vez hácia el Nordeste. El paralelismo de las costas situadas al Norte del décimo grado de latitud austral; los ángulos salientes y entrantes de las tierras opuestas; la convexidad del Brasil, que mira hácia el golfo de Guinea; la de Africa, opuesta al golfo de las Antillas; todo en una palabra, confirma estas consideraciones que pudieron parecer en un principio temerarias. En el valle Atlántico, y aun en casi todas las partes del mundo, las orillas profundamente desgarradas y abundantes en islas numerosas se oponen á orillas seguidas y compactas. Largo tiempo há que hice yo observar de cuánto interés era para la geognosia la comparacion de las costas occidentales del Africa y de la América del Sud bajo los trópicos.

Tales son las más generales consideraciones que el exámen de la superficie de nuestro planeta puede sugerir, relativamente á la figura y estension actual de los continentes, en el sentido horizontal. Hemos reunido los hechos y puesto de relieve algunas analogías esteriores entre regiones lejanas, sin que pretendamos por ello haber fijado las leyes de la forma general de la Tierra. Cuando un viajero examina las eminencias partidas que se producen con bastante frecuencia al pié de ciertos volcanes activos, como el Vesubio, por ejemplo; cuando vé variar el nivel del

suelo algunos piés, antes ó después de las erupciones, y formar un vuelo semejante á un techo ó una eminencia aplanada, no tarda en reconocer que basta la más insignificante variacion en la intensidad de las fuerzas subterráneas, ó en la resistencia que les opone el terreno, para que las partes levantadas afecten tal ó cual configuracion, tal ó cual direccion completamente diferente. Pues de igual manera, cualquier débil perturbacion ocurrida en el equilibrio de las fuerzas interiores de nuestro planeta, habrá determinado una reaccion más enérgica de las motoras contra una parte de la costra terrestre, que contra la parte opuesta, y no habrá sido menester más para que estas fuerzas levantáran en el hemisferio occidental un continente compacto con un eje casi paralelo al Ecuador, y hecho salir de las aguas de un mismo meridiano del hemisferio oriental, una banda estrecha de tierras que abandona á las aguas más de la mitad de esta parte del globo.

Los cambios que se han originado en los niveles relativos de las partes sólidas y líquidas de la costra terrestre, y que han determinado la emersion y la inmersion de las tierras bajas y los contornos actuales de los continentes, deben atribuirse á un conjunto de causas numerosas que han ido obrando sucesivamente, y entre las cuales las más decisivas son sin disputa la fuerza elástica de los vapores contenidos en el interior de la tierra; las variaciones bruscas de tem-

peratura de ciertas capas de mucho espesor; el enfriamiento secular é irregular de la corteza y del centro del globo, de donde provienen las arrugas y los pliegues de la superficie sólida; las modificaciones locales de la gravitacion, y por consiguiente, los cambios de curvatura en ciertas partes de la superficie de equilibrio del elemento líquido. Es un hecho reconocido hoy por todos los geólogos, que la emersion de los continentes se debe á un levantamiento aparente ocasionado por la depresion real del nivel general de los mares.

Siendo muy probable que los movimientos oscilatorios del suelo, los levantamientos y decensos de la superficie durante las primeras edades de nuestro planeta, tuviesen más intensidad que hoy, no debe sorprendernos encontrar en el interior mismo de los continentes, depresiones, locales y playas enteras situadas muy por debajo del nivel, siempre igual, de los mares actuales. Tales son los lagos de Anatron, descritos por el general Andreossy, los pequeños lagos Amargos del Istmo de Suez, el mar Caspio, el lago de Tiberiada, y sobre todo el mar Muerto. Los niveles de estos dos últimos mares están respectivamente situados á 203 y 400 metros por debajo del nivel del Mediterráneo. Si fuese posible quitar de una vez todo el terreno de aluvion que envuelve las capas pétreas en un gran número de partes planas de la superficie del globo, se veria que la corteza terrestre, así desnuda, ofrece

multitud de depresiones profundas bajo el nivel actual de los mares. En ciertos lugares parece que el suelo se halla sujeto aun á lentas oscilaciones, independientes de todo temblor de tierra, propiamente dicho, y muy semejantes á las que han debido producirse, casi por do quiera, en la costra ya solidificada, pero poco consistente de las épocas primitivas. Deben, probablemente, atribuirse á las oscilaciones de este género, los períodos irregulares de elevacion y descenso del nivel del mar Caspio, fenómeno del cual he visto yo mismo rasgos bien marcados en la cuenca septentrional de este mar. Estos fenómenos, sobre los cuales hemos querido llamar por un momento la atencion, manifiestan cuán lejos está todavía el actual órden de cosas de una perfecta estabilidad, enseñándonos que los contornos pueden, por los incesantes cambios que se efectúan y la configuracion de los continentes, modificarse á la larga, y que estas variaciones, sensibles apenas, de una generacion á otra, se acumulan por períodos cuya duracion rivaliza con la de los grandes períodos astronómicos. Desde hace 8.000 años la orilla oriental de la península escandinava quizás se haya elevado más de 100 metro; y si este movimiento es uniforme, puede asegurarse, que á los 12.000 años comenzarán á surgir de las aguas y á convertirse en tierra firme ciertas partes del fondo del mar, próximas al litoral, y cubiertas actualmente por 50 brazas de agua.

Tan largo período de tiempo suspende desde luego el ánimo; y sin embargo, apenas es comparable á los inmensos períodos geológicos que abrazan séries enteras de formaciones superpuestas y de mundos de organismos estinguidos. No hemos considerado hasta aquí más que los hechos de levantamiento; pero si continuamos las mismas analogías al tratar de los fenómenos que parecen indicar una depresion progresiva, reconoceremos al punto, que este último efecto puede asi mismo, producirse en gran escala. Así es que la altura media de la region de las llanuras en Francia, no llega á 156 metros, y bastaria, por lo tanto, el menor de los cambios interiores de que nos ofrecen rasgos sorprendentes las edades geológicas, para que en muy poco tiempo se sumergiese gran parte del norte de la Europa occidental, ó al menos, para que se modificase profundamente la forma que hoy tiene nuestro litoral.

El levantamiento y la depresion de la tierra firme ó de la masa de las aguas, fenómenos recíprocos, puesto que la elevacion real de uno de estos elementos hace que aparezca al instante una depresion en el otro, son las únicas causas de todas las variaciones que esperimenta la forma de los continentes. Conviene á una obra libre é imparcial, como la presente, mirar esta gran cuestion bajo todas sus fases, y mencionar al menos la *posibilidad* de una depresion *real* del nivel de los mares; es decir, de una

disminucion de la masa de las aguas. Que cuando la temperatura de la superficie era más elevada, cuando las aguas se filtraban por fracturas mayores, y cuando la atmósfera poseia propiedades muy diferentes de las actuales, se hayan producido grandes variaciones en la cantidad del elemento líquido, y por consiguiente en el nivel de los mares, cosa es de la que nadie duda hoy. Pero en el estado actual de nuestro planeta, ningun hecho anuncia semejante disminucion, ni hay nada que pruebe directamente que la masa de las aguas aumente ó decrezca de una manera progresiva, como tampoco que la altura media del barómetro al nivel del mar cambie lentamente en un mismo apostadero. De las investigaciones de Danssy y de Antonio Nobile, resulta que el descenso del nivel del mar sería imediatamente acusado por un aumento correspondiente en la altura de la columna barométrica; pero como esta altura no es idéntica en todas las latitudes, y depende de varias causas meteorológicas, tales como la direccion general de los vientos y el estado higrométrico del aire, síguese de ello que el barómetro solo no es indicio seguro de las variaciones del nivel del mar. Que á principios de este siglo, ciertos puertos del Mediterráneo hayan sido abandonados por las aguas y quedado secos durante muchas horas, no quiere decir que la masa de las aguas del mar haya realmente disminuido, ó que el nivel general del Océano haya esperimentado un

descenso; pues lo único que de tales hechos se deduce, es, que las corrientes del mar, *pueden*, mediante un cambio de fuerza y de direccion, ocasionar la retirada *local* de las aguas, y aun la emersion permanente de una pequeña parte del litoral.

Así como la forma esteriormente articulada de los continentes y los innumerables cortes de sus orillas ejercen una saludable influencia en los climas, en el comercio y hasta en los progresos generales de la civilizacion, así tambien la configuracion del suelo en el sentido de la altura, es decir, la articulacion interior de las grandes masas continentales, puede jugar un papel no menos importante en el dominio del hombre. Todo lo que produce variedad de forma en un punto de la superficie terrestre, ya sea una cadena de montañas, una meseta, un gran lago, una verde estepa, ya tambien un desierto, con bosques por orillas; cualquier accidente del suelo, en una palabra, imprime un sello particular al estado social del pueblo que allí habita.

Así, pues, las reacciones interiores son las que levantando las cadenas de montañas á través de las capas violentamente erectas, han dado figura á la superficie del globo, y preparado el dominio en que las fuerzas de la vida orgánica debian obrar nuevamente, después de restablecída la calma, para desarrollar en toda su profusion las formas individuales. Sin estas formi-

dables revoluciones, la salvaje uniformidad que ellas han hecho desaparecer en gran parte en uno y otro hemisferio, hubiese debilitado la energía física é intelectual de la especie humana.

Cuanto más se admira la imaginacion al representarse la altura y la masa de las cadenas de montañas, más se sorprende el espíritu al reconocer en ellas los testigos de las revoluciones del globo, los límites de los climas, el punto de division de las aguas, y la base de una vegetacion particular; y es más necesario enseñar por medio de la exacta evaluacion numérica de su volúmen, cuán pequeño es este en realidad, comparado con el de los continentes, ó con la estension de las regiones vecinas. Supongamos, por ejemplo, que la masa entera de los Pirineos, cuya base y altura media está medida con gran exactitud, se haya de distribuir uniformemente por la superficie de la Francia; hecho, pues, el cálculo, nos encontramos con que el suelo apenas llegaría á los 3 metros de elevacion. Si del mismo modo diseminásemos por la superficie de Europa los materiales que forman la cadena de los Alpes, el aumento de su elevacion sería á lo más de 6 metros y medio.

La envuelta líquida y la gaseosa, de que está rodeado nuestro planeta, presentan á la vez contrastes y analogías. Nacen los primeros de la diferencia que existe entre los gases y los líquidos, relativamente á la elasticidad y al modo de agregacion de sus moléculas, y provienen las

segundas de la movilidad comun á todas las partes de los fluidos y de los líquidos, manifestándose por consiguiente sobre todo en las corrientes y en la propagacion del calórico. La profundidad del mar como la del Océano aéreo nos son igualmente desconocidas. En los mares de los trópicos se ha sondeado hasta 8220 metros, sin llegar al fondo; y si como pensaba Wollaston, la atmósfera acaba en un límite fijo semejante á la superficie ondulada del mar, la teoría de los fenómenos crepusculares indican para el Océano aéreo una profundidad nueve veces mayor por lo menos. Este último Océano descansa en parte sobre la tierra firme, cuyas montañas y mesetas coronadas de bosques vienen á ser respecto de él como otros tantos bajíos, y parte sobre el mar, que sustenta las capas aéreas más bajas y más húmedas.

En ambos Océanos, y á partir de su límite común, la temperatura decrece segun leyes determinadas, ya nos elevemos por las capas aéreas, ya que descendamos por las acuosas; pero este decrecimiento del calor es mucho más lento en la atmósfera que en el mar. Como toda molécula de agua que se enfría se hace más densa y desciende en seguida, resulta que por todas partes la temperatura de la superficie del mar tiende á ponerse en equilibrio con la de las capas de aire que le rodean.

En la zona tórrida, sobre todo en los paralelos comprendidos entre el grado 10, al Norte

y al Sud del Ecuador, la envuelta líquida de nuestro planeta goza lejos de las costas y de las corrientes de una temperatura que permanece singularmente constante y uniforme en miles de miriámetros cuadrados. Háse deducido de aquí con razon, que la manera más sencilla de acometer la solucion del gran problema tantas veces agitado, de la invariabilidad de los climas y del calórico terrestre, sería someter la temperatura de los mares tropicales á una larga série de observaciones. Si sobreviniese en el disco del Sol alguna gran revolucion bastante duradera, se reflejarían sus efectos en las variaciones del calor medio del mar, con más seguridad aun que en la de las temperaturas medias de la tierra firme.

La zona en que las aguas del mar alcanzan su máximun de densidad (de salazon), no coinside ni con la del máximun de temperatura, ni con el Ecuador geográfico. Las aguas más calientes forman al parecer al Norte y al Sud de esta línea dos fajas no paralelas. Lenz ha descubierto en su viaje alrededor del mundo, que las aguas más densas, estando el mar en calma, se hallan á los 22° de latitud Norte y á los 18° de latitud Sud; y la zona de las aguas menos saladas á algunos grados al Sud del Ecuador. En la region de las calmas casi perennes, el calor solar no produce sino una ligera evaporacion, porque las capas de aire saturado de humedad que descansan sobre la superficie del mar, raramente

se renuevan por los vientos.

Las perturbaciones en el equilibrio de las aguas y los movimientos que de ellas resultan, son de tres especies. Los unos irregulares y accidentales como los vientos que los originan; producen en pleamar y durante la tempestad, olas cuya altura suele llegar hasta 11 metros. Los otros, regulares y periódicos, dependen de la posicion y de la atraccion del Sol y de la Luna (flujo y reflujo). *Las corrientes pelágicas* constituyen un tercer género de perturbaciones, y aunque variables en cuanto á la intensidad, son permanentes sin embargo. El flujo y reflujo es propiedad de todos los mares, escepto los pequeños mediterráneos, en los cuales la oleada producida por el flujo es apenas perceptible. Este gran fenómeno se esplica completamente en el sistema newtoniano, el cual «le ha colocado en el círculo de los hechos necesarios.» Cada una de estas oscilaciones periódicas de las aguas del Océano dura poco más de medio dia; su altura en pleamar es de muy pocos piés, si bien por consecuencia de la configuracion de las costas, que se oponen al movimiento progresivo de las ondas, puede aquella tocar en los 16 metros en Saint-Malo en los 21 y aun á 23 metros de la costa de la Acadia. «Despreciando la profundidad del Océano como imperceptible con relacion al diámetro de la Tierra, el ilustre Laplace ha demostrado analíticamente que la *estabilidad* del equilibrio de los mares exige para la masa lí-

quida una densidad inferior á la densidad media de la Tierra; y en efecto, esta última densidad es, como ya hemos visto, cinco veces mayor la del agua, por lo cual las tierras altas no pueden jamás ser inundadas por el mar, ni los restos de animales marinos que se encuentran en la cima de las montañas han sido llevados á ella por *mareas* más altas en otro tiempo que las actuales.» Uno de los triunfos más brillantes de la análisis, ciencia que ciertos espíritus pequeños afectan despreciar, es el haber sometido el fenómeno de las mareas á la prevision humana: gracias á la teoría completa de Laplace, anúnciase hoy ya en las efemérides astronómicas la altura de las mareas que deben ocurrir en cada sicigia, advirtiendo de esta manera á los habitantes de las costas los peligros que están espuestos á correr en tales épocas.

La marcha progresiva de las mareas y los vientos alisios, producen en los trópicos el movimiento general que arrastra á las aguas de los mares de Oriente á Occidente, y al cual se ha dado el nombre de corriente *ecuatorial* ó corriente de rotacion. Cristóbal Colon reconoció la existencia de esta corriente en su tercer viaje (el primero en que intentó llegar á las regiones tropicales por el meridiano de Canarias), pues en su libro se vé lo que sigue: «Tengo por cierto que las aguas del mar se mueven como el cielo, de Este á Oste, «(*las aguas van con los cielos*)» es decir, segun el movimiento diurno

aparente del Sol, de la Luna y de todos los astros.

Las corrientes, verdaderos rios que surcan los mares, son de dos especies: llevan las unas las aguas calientes hácia las altas latitudes, y traen las otras las aguas frias hácia el Ecuador. La famosa corriente del Océano Atlántico, el Gulf Stream, reconocida ya en el siglo XVI por Angleria y sobre todo por sir Humfry y Gilbert, pertenece á la primera clase. Hácia el Sud del cabo de Buena-Esperanza es necesario buscar el orígen y los primeros indicios de esta corriente; penetra de allí en el mar de las Antillas, recorre el golfo de Méjico desemboca por el estrecho de Bahama, y luego en direccion del Sud-sud-oeste al Nor-noroeste se aleja más y más del litoral de los Estados-Unidos, se ladea hácia el Este en el banco de Terranova, y vá á tocar las costas de Irlanda, de las Hébridas y de la Noruega, á donde arrastra granos tropicales. Su prolongacion del Nord-este recalienta las aguas del mar y ejerce su benéfica influencia hasta en el clima del promontorio septentrional de la Escandinavia. Al Este del banco de Terranova, el Gulf Stream se bifurca, y envía, no lejos de las Azores, una segunda rama hácia el Sud, en el cual se encuentra el *mar de las Sargasas*, inmenso banco de plantas marinas, que impresionó tanto la imaginacion de Cristóbal Colon, y que Oviedo llama *praderías de yerba*. Un número inmenso de pequeños animales marinos habitan estas masas de eterna

verdura, trasportados aquí y allá por las blandas brisas que en estos lugares soplan.

Como se vé esta corriente pertenece, casi en su totalidad, á la parte septentrional del Atlántico, y costea tres continentes: África, América y Europa. Una segunda corriente, cuya baja temperatura he reconocido en el otoño de 1802 reina en el mar del Sud é influye de una manera sensible en el clima del litoral. Esta segunda corriente lleva las aguas frias de las altas latitudes australes, hácia las costas de Chile, baña dichas costas y las del Perú, dirigiéndose primeramente del Sud al Norte, y después, á partir de la bahía de Arica, marcha del Sud-sud-este al Nor-nor-oeste. La temperatura de esta corriente fria no pasa entre los trópicos y en ciertas estaciones del año, de 56° 6, mientras que en las aguas mansas inmediatas, sube hasta 27° 5, y aun hasta 28° 7. Por último, al Sud de Payta, hácia la parte del litoral de la América meridional que sale al Oeste, la corriente se encorva como la misma costa, y se separa de ella yendo de Este á Oeste; de suerte que continuando con rumbo hácia el Norte, el navegante abandona la corriente y pasa de una manera brusca del agua fria al agua caliente.

Con una superficie menos variada que la de los continentes, encierra, sin embargo, el mar en su seno una exhuberancia de vida, de la que ninguna otra region del globo basta á darnos idea. Cárlos Darwin nota con razon en su inte-

resante *Diarío de viaje*, que nuestros bosques terrestres no abrigan, ni con mucho, tantos animales como los del Océano; que el mar tiene tambien sus bosques compuestos por las largas yerbas marinas que crecen en los bajíos, ó por flotantes bancos de fucos arrancados por las corrientes y las olas, cuyas ramas desunidas suben hasta la superficie por causa de sus células que el aire hincha. La admiracion que produce la profusion de las formas orgánicas en el Océano, se acrecienta cuando se usa el microscopio, porque se reconoce entonces que el movimiento y la vida lo han invadido todo. A profundidades que esceden en altura á las más poderosas cadenas de montañas, cada capa de agua está animada por poligástricos, ciclidias y ofrididinas: pululan allí los animalillos fosforescentes, los mammarios del órden de los acalefos, los crustáceos, los peridinios y las nereidas, cuyos innumerables enjambres salen á la superficie por ciertas circunstancias meteorológicas, y transforman entonces cada ola en espuma luminosa. La abundancia de estos pequeños séres vivientes es tal, y tal la cantidad de materia animal que resulta de su rápida descomposicion, que el agua del mar se convierte en verdadero líquido nutritivo para animales mucho mayores.

El mar no ofrece, ciertamente, fenómeno alguno más digno de ocupar la imaginacion, que ese lujo de formas animadas, esa afinidad de séres microscópicos, cuya organizacion, no por

pertenecer á un órden inferior, es menos delicada y variada; pero tambien origina otras emociones más profundas, y casi me atreveria á decir más solemnes, por la inmensidad del cuadro que desarrolla á la vista del navegante.

La segunda envuelta de nuestro planeta. la esterior y universal, es el Océano aéreo, en cuyos bajios (mesetas y montañas) habitamos; y nos presenta seis clases de fenómenos, íntimamente ligados entre sí por una dependencia mútua. Estos fenómenos proceden de la constitucion química del aire, de las variaciones que esperimenta su diafanidad, su coloracion, y la manera con que polariza la luz, y nacen de los cambios de densidad ó de presion, de temperatura, de humedad ó de tension eléctrica. El aire, además de contener el oxígeno que es el primer elemento de la vida animal, posee otro atributo no menos importante, cual es el de servir de conductor al sonido, y serlo por consiguiente del lenguaje ideas y relaciones sociales para los pueblos. Si el globo terrestre careciera de atmósfera como nuestra Luna, no seria mas que un desierto silencioso.

Desde principios de este siglo, la proporcion de los elementos que forman las capas accesibles del aire ha sido objeto de contínuas investigaciones, en las cuales hemos tomado una parte muy activa Gay-Lussac y yo. La análisis química de la atmósfera ha llegado en estos últimos tiempos á un alto grado de perfeccion, merced

á los escelentes trabajos que Dumas y Boussingault han hecho con arreglo á nuevos métodos de mayor exactitud. Segun dicha análisis, el aire seco contiene en volúmen 20,8 de oxígeno y 79,2 de ázoe; y además, de 2 á 5 diez milésimas de ácido carbónico, menor cantidad aun de gas hidrógeno, y segun las importantes investigaciones de Saussure y de Liebig, algunos vestigios de vapores amoniacales, que suministran á las plantas el ázoe en ellas encerrado. Algunas observaciones de Lewy nos inducen á creer que la proporcion de oxígeno varia algo segun las estaciones, y segun que el aire se recoja del interior de los continentes ó de la atmósfera del mar; y en efecto, si la inmensa cantidad de organizaciones animales que alimenta el mar puede hacer que varie la proporcion del oxígeno en el agua, compréndese que debe resultar de aquí una alteracion correspondiente en las capas de aire próximas á la superficie. El aire recogido por Martins en el Faul-horn á 2,762 metros de altura no era menos rico en oxígeno que el aire de París.

La palabra *clima*, tomada en su acepcion general, sirve para señalar el conjunto de variaciones atmosféricas que afectan nuestros órganos de una manera sensible, á saber: la temperatura, la humedad, los cambios de la presion barométrica, la calma de la atmósfera, los vientos, la tension más ó menos fuerte de la electricidad atmosférica, la pureza del aire ó la pre-

sencia de miasmas más ó menos deletéreos, y por último, el grado ordinario de transparencia y de serenidad del cielo. Este último dato no influye únicamente sobre los efectos de la irradiacion calórica del suelo, en el desarrollo orgánico de los vejetales y la madurez de los frutos, sino que tambien en la moral del hombre y la armonía de sus facultades.

Si la superficie de la tierra estuviese formada de un solo fluido homogéneo, ó de capas de un mismo color, igual densidad, el propio brillo, idéntica facultad de absorber los rayos solares, y análogo poder de irradiar el calórico hácia los espacios celestes, todas las líneas isotermas, isoteras é isoquimenas se dirigirian paralelamente al Ecuador. Bajo esta hipótesis las cualidades absorbente y emisiva para el calor y para la luz, se hallarian por todas partes de la superficie del globo en paridad de latitud. De este estado medio, que no escluye ni las corrientes de calórico en el interior del globo ni en su envuelta gaseosa, ni la propagacion del calor por las corrientes de aire, es de donde debe partir la teoría matemática de los climas, como de un estado primitivo. Todo lo que altera los poderes absorbente y emisivo en algunos puntos situados en paralelos iguales, produce una inflexion en las líneas isotermas. La naturaleza de estas inflecciones; los ángulos en que las líneas isotermas, isoteras, isoquimenas, cortan los círculos de latitud; la posicion del vértice de su convexidad

ó de su concavidad con relacion al polo del hemisferio correspondiente, son efectos de causas que modifican, mas ó menos poderosamente, la temperatura bajo las diferentes latitudes geográficas.

Es útil al progreso de climatologia el que la civilizacion europea se haya establecido sobre dos continentes opuestos, ó mas bien que haya irradiado de nuestra costa occidental hasta una costa oriental, atravesando la gran cuenca del Atlántico. Cuando despues de muchas tentativas efímeras en Islandia y en Groenlandia, fundaron al fin los habitantes de la Gran Bretaña sobre el litoral de los Estados Unidos de América sus primeras colonias duraderas, cuya poblacion aumentó rápidamente, por virtud de las persecuciones religiosas, del fanatismo y del amor á la libertad, los colonos que vinieron á establecerse entre la Carolina del Norte y la embocadura del rio San Lorenzo, se admiraron de esperimentar inviernos mucho mas frios que los de Italia, Francia y la Escocia, bajo iguales latitudes que la de estos paises. Semejante diferencia de climas debia fijar la atencion; y sin embargo, esta observacion no fué realmente fecunda en resultados para la meteorologia, sino cuanto pudo fundarse en datos numéricos, espresivos de las temperaturas medias anuales. Comparando de esta manera Nain en la costa del Labrador con Gothenburg, Halifax con Burdeos, New-York con Nápoles, San Agustin en la Florida con

el Cairo, se nota, que para las mismas latitudes, las diferencias entre las temperaturas medias del año en la América oriental y las de Europa occidental son, yendo del Norte al Sud, 11°5, 7°7, 3° 8 y casi 0°. El decrecimiento progresivo de estas diferencias en una série que comprende 28° de latitud, es sorprendente. Mas lejos, hácia el Sud, bajo los mismos trópicos, las líneas isotermas son siempre paralelas al Ecuador. Por los ejemplos precedentes se ve que estas cuestiones tan frecuentes en los círculos de la sociedad: ¿cuántos grados es la América mas fria que la Europa? (sin distinguir entre las costas del Oeste y las del Este) ¿qué diferencia hay entre las temperaturas medias del año en el Canadá ó los Estados-Unidos y las de la Europa? «vése, repetimos, que bajo una forma tan absoluta, tan general, tales cuestiones carecen de sentido.»

Al señalar las causas que pueden modificar la forma de las líneas isotermas, distinguiré las que elevan la temperatura de las que tienden á hacerla descender. La primera clase comprende:

La proximidad de una costa occidental en la zona templada;

La configuracion particular á los continentes que están divididos en penínsulas numerosas;

Los mediterráneos ó los golfos que penetran profundamente en las tierras;

La orientacion, es decir, la posicion de una tierra relativamente á un mar sin hielos, que se estiende mas allá del círculo polar, ó con re-

lacion á un continente de una estension considerable, situado sobre el mismo meridiano hácia el Ecuador, ó cuando menos en el interior de la zona tropical;

La direccion Sud y Oeste de los vientos reinantes, tratándose del borde occidental de un continente situado en la zona templada, y sirviendo las cadenas de montañas de amparo y abrigo contra los vientos que llegan de regiones mas frias;

La falta de pantanos cuya superficie queda cubierta de hielo en la primavera y hasta principio del estío;

La carencia de bosques en un terreno seco y arenoso;

La serenidad constante del cielo durante los meses de verano;

La proximidad, en fin, de una corriente pelágica, si sus aguas son mas calientes que las del mar circundante.

Entre las causas que hacen descender la temperatura media, coloco:

La altura sobre el nivel del mar de una region que no presente cimas considerables;

La cercanía de una costa occidental para las latitudes altas y medias;

La configuracion compacta de un continente, cuyas costas estén desprovistas de golfos;

Una gran estension de tierras hácia el polo y hasta la region de las nieves perpétuas, á menos que no haya entre la tierra y esta region un

mar constantemente libre de hielo en el invierno;

Una posicion geográfica tal, que las regiones tropicales de igual longitud estén ocupadas por el mar, ó en otros términos, la ausencia de toda tierra tropical bajo el meridiano del pais cuyo clima se trata de estudiar;

Una cadena de montañas que por su forma ó direccion se oponga al acceso de los vientos calientes, ó bien aun, la proximidad de picos aislados, por causa de las corrientes de aire frio que bajan á lo largo de sus vertientes;

Los bosques de gran estension, porque impiden la accion de los rayos solares sobre el suelo; porque sus órganos apendiculares (hojas) provocan la evaporacion de una gran cantidad de agua en virtud de su actividad orgánica, y porque aumentan la superficie capaz de enfriarse por irradiacion. Los bosques obran, pues, de tres maneras: por su sombra, por su evaporacion y por su irradiacion;

Los numerosos pantanos que forman en el Norte; hácia la mitad del estío, verdaderos ventisqueros en medio de las llanuras;

Un cielo nebuloso de verano, porque intercepta parte de los rayos del Sol;

Un cielo de invierno muy puro, porque favorece la irradiacion del calórico.

La accion simultánea de todas estas causas reunidas, de aquellas sobre todo que dependen de las relaciones de estension y configuracion de

las masas opacas (los continentes) y de las masas diáfanas (los mares), determinan las inflexiones de las líneas isotermas proyectadas sobre la superficie del globo. Las perturbaciones locales engendran los puntos convexos y cóncavos de estas líneas. Como son de diferentes órdenes estas causas, deberá cada órden considerarse primero aisladamente.

Los alisios (vientos del Este de la zona tropical), producen remolinos ó contra-corrientes que imprimen la direccion Oeste ú Oeste-Sud-Oeste á los vientos reinantes de las dos zonas templadas; son, pues, estos últimos vientos, terrales relativamente á una costa oriental, y vientos marítimos respecto de una costa occidental. Ahora bien; no siendo la superficie del mar tan susceptible de enfriarse como la de los continentes á causa de la enorme masa de las aguas y de la precipitacion inmediata de las partículas enfriadas, resulta de aquí que las costas occidentales deben ser mas cálidas que las costas orientales, siempre que no venga á modificar su temperatura alguna corriente oceánica. Otro tanto sucede con la analogía que existe respecto de la temperatura, entre la costa occidental de la América del Norte, bajo las latitudes medias, y la costa occidental de Europa.

Aun en las regiones del Norte se nota una sorprendente diferencia entre las temperaturas medias anuales de las costas orientales y la de las costas occidentales de América. En Nain, en

el Labrador (lat. 57° 10'), es la temperatura de 3°, 8 bajo 0°; mientras que es todavia de 6°, 9 sobre 0° en Neu-Archangelsk, en la costa Noroeste de la América rusa. La temperatura media del estío es apenas de 6°, 2 en el primer lugar, y de 13°, 8 en el segundo. Pekin (39° 54') en la costa oriental del Asia, posee una temperatura media anual (11° 3) menor que la de Nápoles, que no obstante está situado algo mas al Norte: la diferencia escede de 5°. La temperatura media del invierno en Pekin es, por lo menos, de 3° bajo 0°; y en la Europa occidental, en el mismo Paris (lat. 48° 50'), de 3°, 3 sobre 0°. Los inviernos de Pekin son tambien, por término medio, dos grados y medio mas frios que los de Copenhague, á pesar de la situacion mucho mas septentrional de esta última ciudad.

Hemos dicho ya con qué lentitud sigue la enorme masa de las aguas del Océano las variaciones de temperatura de la atmósfera, deduciendo la consecuencia de que el mar sirve para igualar las temperaturas, y templar los rigores del invierno á la vez que los calores del estío. De aquí una importante oposicion entre el clima de las islas ó de las costas, propios á todos los continentes articulados, ricos en penínsulas y en golfos, y el clima del interior de una gran masa compacta de tierras firmes; contraste desarrollado completamente la primera vez por Leopoldo de Buch, sin que sus rasgos característicos, ni sus efectos sobre la fuerza de la vegetacion,

el desenvolvimiento de la agricultura, la trasparencia del cielo, la irradiacion calorífica del suelo y la altura de las nieves perpétuas, hayan escapado al gran geólogo.

Jamás he encontrado en esta parte ninguna del mundo, ni aun en el mediodia de Francia, en España ó en las islas Canarias, tan buenos frutos, y, sobre todo, tan hermosos racimos de uva, como en los alrededores de Astrakan, á orillas del mar Caspio. La temperatura media del año es allí próximamente de 9°; la del estío sube á 21°, 2 como en Burdeos; pero en invierno el termómetro desciende á 25° y á 30. Lo mismo sucede en Kislar á la embocadura del Terek, aunque esta última ciudad es aun más meridional que Astrakan.

Las líneas que he llamado *isoquimenas* é *isóteras* (líneas de iguales temperaturas de invierno y de estío no son en modo alguno paralelas á las líneas isotermas (líneas de iguales temperaturas anuales). Si allá donde los mirtos crecen al aire libre, y donde el suelo no se cubre jamás en invierno de nieve permanente, las temperaturas del verano y del otoño bastan apenas para que sazonen las manzanas; y si para dar vino potable huyen los viñedos de las islas y de casi todas las costas, aun de las occidentales, no debe esto atribuirse únicamente á la baja temperatura que reina por el estío en el litoral; pues la razon de estos fenómenos, no está en las indicaciones producidas por los termómetros

suspendidos á la sombra, sino que es preciso buscarla en la influencia de la luz directa, que hasta aquí para nada se ha tenido en cuenta, aunque se manifieste en multitud de fenómenos, como, por ejemplo, en la combustion de una mezcla de hidrógeno y de cloro. Existe bajo este respecto una diferencia capital entre la luz difusa y la luz directa, entre la luz que atraviesa un cielo sereno, y la que se debilita y dispersa en todos sentidos, en un cielo nebuloso; diferencia sobre la cual hace ya tiempo que procuré llamar la atencion de los físicos y los fitólogos, como tambien sobre la cantidad de calórico, desconocida aun, que la accion de la luz directa desarolla en las células de los vejetales vivientes.

Las mismas relaciones de climas que se observan entre la península de Bretaña y el resto de Francia, cuya masa es más compacta, sus estíos más cálidos y más crudos sus inviernos, se reproducen hasta cierto punto entre la Europa y el continente asiático, del cual viene á ser la Europa península occidental. Debe Europa la benignidad de su clima, á su configuracion ricamente articulada; al océano que baña las costas occidentales del Antiguo Mundo; al mar libre de hielos que la separa de las regiones polares; y sobre todo, á la existencia y situacion geográfica del continente africano, cuyas regiones intertropicales irradian abundantemente y provocan la escension de una inmensa corriente de aire cálido, al paso que las regiones situadas al

Sud del Asia son en gran parte oceánicas. Haríase indudablemente más fria la Europa, si el África se sumergiese; si saliendo la fabulosa Atlántide del fondo del océano uniese la Europa con la América; si las aguas calientes del Gulf-Stream no se vertieran en los mares del Norte; ó si una nueva tierra, levantada por las fuerzas volcánicas, se intercalase entre la península Escandinava y Spitzberg. A medida que avanzamos del Este al Oeste, recorriendo en un mismo paralelo de latitud, la Francia, la Alemania, la Polonia, la Rusia, hasta la cadena de los montes Ourales, vemos á las temperaturas medias del año seguir una série decreciente; pero tambien al mismo tiempo que penetramos de este modo en el interior de las tierras, la forma del Continente se hace cada vez más compacta, auméntase su anchura, la influencia del mar disminuye, y la de los viantos del Poniente se deja sentir menos: circunstancias en donde hay que buscar la principal razon del descenso progresivo de la temperatura. En las regiones situadas más allá del Oural, los vientos del Oeste llegan ya á convertirse en vientos terrales, y al penetrar en aquellas comarcas despues de haber soplado sobre grandes estensiones de tierras heladas y cubiertas de nieve, las enfria en vez de calentarlas. El rigor del clima de la Siberia occidental es un efecto de estas causas generales, debido á la configuracion de la tierra firme y á la naturaleza de las corrientes atmosféricas; pero

no á la grande elevacion del suelo sobre el nivel del mar, aunque lo hayan asi asentado Hipócrates, Trogoé-Pompeyo y más de un viajero célebre del siglo XVIII.

Dejemos ya las llanuras para ocuparnos de las desigualdades de que está sembrada la superficie poliédrica de nuestro globo, y consideremos las montañas relativamente en su accion sobre el clima de los paises vecinos y á la influencia que ejercen en razon de su altura sobre la temperatura de sus propias cimas, ó aun de sus mesetas. Las cadenas de montañas dividen la superficie terrestre en grandes cuencas, en valles angostos y profundos, y en valles circulares, que encajonados por lo comun como entre murallas, *individualizan* los climas locales colocándoles en condiciones especiales con relacion al calor, á la humedad, á la trasparencia del aire y á la frecuencia de los vientos y tempestades.

Esta configuracion ha ejercido en todo tiempo una poderosa influencia sobre las producciones del suelo, la eleccion de cultivos, costumbres, formas de gobierno, y aun sobre las enemistades de las razas vecinas. El carácter de la *individualidad geográfica* llega, por decirlo así, á su máximum, cuando la configuracion del suelo, en el sentido horizontal como en el vertical, es lo más variada posible; hallándose fuertemente grabado por el contrario el carácter opuesto en las estepas del Ásia septentrional,

en las grandes llanuras herbáceas del Nuevo-Mundo (sábanas, llanos, pampas), y en los eriales de maleza de Europa, y en los desiertos arenales ó pedregales del África.

Desde que se sabe con alguna exactitud cómo se distribuye el calor en la superficie del globo, no es ya permitido formular de una manera absoluta la siguiente cuestion: ¿á qué fraccion del calor termométrico medio del año ó del estío corresponde una variacion de 1° de latitud sin sálir de un mismo meridiano? Existe en cada sistema de líneas isotermas de iguales curvaturas una relacion íntima y necesaria entre estos tres elementos: la disminucion del calor en sentido vertical y de abajo á arriba; la variacion de temperatura por cada cambio de un grado en latitud geográfica, la relacion, finalmente, que se dá entre la temperatura media de un punto situado sobre una montaña, y la distancia al polo de otro punto de igual nivel que el mar.

En el sistema de la *América oriental*, la temperatura media anual varía, desde la costa del Labrador hasta Boston 0°,88 por cada grado de latitud; desde Boston á Charleston al trópico de Cáncer (Cuba) la variacion disminuye y no es más que de 0°,66. Ya en la zona tropical la variacion de la temperatura media es tan lenta, que desde la Habana á Cumana, el cambio para cada grado de latitud no escede de 0°,20.

Todo lo contrario sucede en el sistema formado por las líneas isotermas de la *Europa cen-*

tral. Entre los paralelos de 38° y de 71° encuentro que la temperatura decrece uniformemente á razon de medio grado del termómetro por cada grado de latitud; mas como, por otra parte, el calor disminuye un grado en esta region, cuando la altura aumenta 156 á 170 metros, resulta de aquí que 78 ú 85 metros de elevacion sobre el nivel del mar producen el mismo efecto sobre la temperatura anual que un cambio de un grado de latitud hácia el Norte. Así vemos que la temperatura media anual del Convento del Monte San Bernardo, situado á 2.491 metros de elevacion, hácia los 45° 50' de latitud, vuelve á encontrarse en llanuras situadas á 75° 50'.

Cuanto más próximos del Ecuador nos hallamos, más elevado es *el límite de las nieves perpétuas*, como tuvo ocasion de observar, y fué el primero, el ingenioso Pedro Martir de Angleria, uno de los amigos de Cristóbal Colon, después de la expedicion emprendida en octubre de 1510 por Rodrigo Enrique Colmenares. Véase lo que Angleria escribe á este propósito en su bella obra *De Rebus oceanices*: «El rio Gaira desciende de una montaña (en la Sierra Nevada de Santa Marta), que al decir de los compañeros de Colmenares, supera en altura á todas las conocidas; y así debe de ser, en efecto, puesto que tal montaña, situada lo más á 10° del Ecuador, conserva en todo tiempo la nieve sobre sus cimas.» El límite de las nieves perpétuas, en una latitud dada, le constituye la

línea de las nieves que resisten al estío, ó en otros términos, la mayor altura á que puede llegar esta línea en el trascurso entero del año. Debemos distinguir cuidadosamente este dato de los tres fenómenos siguientes: de la oscilacion anual del límite inferior de la nieve esporádica; y de la formacion de los ventisqueros, que no pueden existir al parecer sino en las zonas frias y templadas.

Conocemos ya el límite inferior de las nieves perpétuas; en cuanto á su límite superior, nada hemos de decir, por que aun las cimas más altas de las montañas, no llegan, ni con mucho, á las capas de aire enrarecido que, segun la verosímil opinion de Bougner, no contienen ya vapor vesicular capaz de producir cristales de hielo por vía de enfriamiento, ni de tomar de tal modo una forma visible.

El límite inferior de las nieves no es solamente una funcion de latitud geográfica y de la temperatura media anual del lugar en que se encuentran aquellas, porque ni en el Ecuador ni aun en la misma zona tropical es donde este límite llega á su mayor altura sobre el nivel del mar, como se ha creido por mucho tiempo; el fenómeno de que se trata es en general un efecto muy complejo de la temperatura, del estado higrométrico y de la forma de las montañas; y si le sometemos á una análisis todavía más minuciosa que permiten hoy las últimas observaciones, reconoceremos que depende del

concurso de un gran número de causas, tales como la diferencia de las temperaturas propias de cada estacion; la direccion de los vientos reinantes y su contacto con el mar ó con la tierra; el grado habitual de sequedad ó de humedad de las capas superiores de la atmósfera; el espesor absoluto de la masa de nieve, caida ó acumulada; la relacion entre la altura del límite inferior de las nieves y la altura total de la montaña; la situacion relativa de esta última en la cadena de que forma parte; una gran escarpadura de las vertientes; la proximidad de otras cimas igualmente cubiertas de nieve perpétua; la estension y la altura absoluta de las llanuras en cuyo seno se eleva la nevada cima como un pico aislado, ó sobre el flanco de una cadena de montañas; y finalmente, la situacion de estos llanos á orillas del mar ó en el interior de los continentes, y el estar formados de bosques ó de praderas de pantanos ó áridos arenales, y de grandes moles pétreas.

En América, el límete inferior de las nieves llega bajo el Ecuador á la altura del Mont-Blanc en la cadena de los Alpes, y luego desciende hácia el trópico boreal, las últimas medidas le colocan 312 metros próximamente más bajo de la meseta de Méjico, á los 91° de latitud septentrional. Elévase por el contrario, hácia el trópico austral, pues segun Pentland, en la cordillera marítima de Chile está dicho límite á 800 metros más elevado que en el Ecuador, cerca

de Quito, en el Chimborazo. el Cotopaxi y el Antisana. El doctor Guillies aseguró tambien que á los 33° de latitud austral el límite de las nieves perpétuas está comprendido entre 4,420 y 4,580 metros en la vertiente del volcan de Penquenas.

Casi en el mismo círculo de latitud boreal, sobre la vertiente meridional del Himalaya, el límite de las nieves perpétuas está situado 3,956 metros de altura. Combinando y comparando las medidas practicadas en otras cadenas de montañas, se habia previsto este resultado, que han confirmado plenamente y después las medidas directas. Pero la vertiente septentrional, sometida á la influencia de la meseta tibetana, cuya altura media parece ser de 3,500 metros, el límite de las nieves perpétuas sube más alto y llega próximamente á 4,068 metros. Semejante diferencia ha sido largo tiempo controvertida en Europa y en la India, y yo mismo he consagrado desde 1820 varios escritos, á fin de esponer mis opiniones acerca de este asunto. Tratábase, con efecto, de uno de esos grandes hechos naturales que no interesan solo á los físicos; porque la altura de las nieves perpétuas ha debido ejercer una poderosa influencia en las condiciones de vida de los pueblos primitivos, y casi siempre simples datos meteorológicos han determinado en grandes estensiones de un mismo continente, aquí la existencia agrícola, y en cualquiera otra parte la nómada.

Si algunas regiones intertropicales, donde jamás cae lluvia ni rocío y cuyo cielo permanece completamente despejado durante cinco y aun siete meses, nos ofrecen, no obstante, árboles cubiertos de fresco y gracioso verdor, débense indudablemente á que las partes apendiculares (las hojas) poseen la facultad de absorver el agua de la atmósfera por un acto particular á la vida orgánica, independientemente de la disminucion de temperatura que produce la irradiacion. Las áridas llanuras de Cumana, de Coro y de Ceara (Brasil septentrional), que no humedece jamás la lluvia, contrastan con otras comarcas intertropicales en donde llueve con abundancia. En la Habana, por ejemplo, Ramon de la Sagra ha deducido de seis años de observaciones, que caen al año, por término medio, 2,761 milímetros de agua, es decir, cuatro ó cinco veces mas que en París y Ginebra. En la vertiente de la cadena de los Andes, la cantidad de lluvia anual decrece como la temperatura, á medida que la altura aumenta. Caldas, uno de mis compañeros de viaje en la América del Sud, notó que en Santa Fé de Bogotá (2,600 metros de altura), la cantidad anual de agua no escede de 1,000 milímetros; siendo por esto allí menos abundante que en ciertos puntos de las costas occidentales de la Europa. Boussingault, ha visto muchas veces en Quito retrogradar el higrómetro de Saussure hasta 26°, para una temperatura de 12 á 13°, Gay-Lussac en su célebre ascension aerostática

hizo marcar al mismo instrumento 25°, 3 en capas de aire situadas á 2,100 metros de altura. Pero la mayor sequedad que se ha observado hasta aquí en las llanuras bajas es indudablemente la que Gustavo Rose, Ehrenberg y yo hemos tenido ocasion de medir en Asia entre las cuencas del Irtysch y del Obi en la estepa de Platawskaia. En estos últimos tiempos, algunos observadores han suscitado dudas acerca de la gran sequedad que las medidas higrométricas de Saussure y las mias asignan al aire en las altas regiones de los Alpes y de los Andes; pero se han limitado á comparar la atmósfera de Zurich con la de Faulhorn, cuya altura solo en Europa puede tomarse por considerable. Bajo los trópicos, cerca de la region en que la nieve empieza á caer, es decir, entre 3,600 y 3,900 metros de altura, las plantas alpestres de hojas de mirtos y de grandes flores, propios de los Páramos, están bañadas por una humedad casi perpétua; pero esta humedad no prueba que exista á tal elevacion una gran cantidad de vapores, sino únicamente que su precipitacion se reitera con frecuencia. Puede decirse otro tanto de las nieblas, tan comunes en la bella meseta de Bogotá. Los nublados se forman en capas y se disuelven muchas veces en el espacio de una hora: rápidos juegos atmosféricos que caracterizan, en general, las mesetas y los Páramos de la cadena de los Andes.

La *electricidad de la atmósfera* se une de mil

modos á los fenómenos todos de la distribucion del calórico, á la presion, á los meteoros acuosos, y probablemente tambien al magnetismo de que parece estar dotada la corteza superficial del globo. Estas relaciones íntimas se nos revelan, ya se considere la electricidad de las bajas regiones del aire en donde su silenciosa marcha varía por períodos todavía problemáticos, bien la estudiemos en las capas elevadas, en el seno de las nubes, donde brilla el relámpago, y nace atronador el rayo. Grande es la influencia que ejerce sobre los dos reinos animal y vejetal, no solo por los fenómenos meteorológicos que produce, tales como la precipitacion de los vapores acuosos, y la formacion de compuestos ácidos ó amoniacales, sino como agente especial que escita directamente el aparato nervioso y los movimientos circulares de los líquidos orgánicos. No es esta ocasion de renovar antiguas discusiones acerca del orígen de la electricidad que se desarrolla en la atmósfera estando el cielo sereno: ni investigaremos si es preciso atribuir aquella electricidad á la evaporacion de las aguas cenagosas cargadas de sales y de sustancias térreas, á la vegetacion, á las innumerables reacciones químicas que se verifican en el suelo, á la desigual distribucion del calor en las capas aéreas; ó si será necesario recurrir á la ingeniosa hipótesis porque esplica Peltier la electricidad positiva de la atmósfera, suponiendo al globo cargado constantemente de la negativa.

Si puede decirse en tésis general que el equilibrio de las fuerzas eléctricas está sujeto á perturbaciones menos frecuentes allí donde el Océano aéreo descansa sobre un fondo líquido, que en las atmósferas continentales, no por ello sorprende menos ver en el seno de los mas vastos mares pequeños grupos de islas obrar sobre el estado eléctrico de la atmósfera, provocando la formacion de las tempestades. En mis largas séries de investigaciones hechas en tiempo nebuloso, ó al empezar á caer la nieve, he visto á menudo á la electricidad atmosférica, vítrea en un principio de un modo permanente, pasar de súbito á la electricidad resinosa, reproduciéndose estas alternativas en diversas ocasiones, lo mismo en las llanuras de las zonas frias, que en los páramos de las Cordilleras, entre 3,200 y 4,500 metros de altura. Las nubes de color gris pizarra cargadas de electricidad resinosa, segun las investigaciones de Peltier; y las blancas, rosadas ó naranjadas, poseen la electricidad vítrea. Las nubes tempestuosas pueden formarse á cualquier altura. Yo las he visto coronar las cimas mas altas de los Andes; y aun he encontrado señales de vitrificacion producidas por el rayo sobre una de las rocas en forma de torre que cubren el cráter del volcan de Toluca, á 4,000 metros de elevacion. De igual manera en las bajas llanuras de las zonas templadas, la altura de ciertas nubes tormentosas, medida en sentido vertical, escedia de 8,000 metros. Pero en cambio la capa

de nubes que encierra el rayo puede bajarse y descender alguna vez á 150 y aun á 110 metros del suelo de las llanuras.

En el trabajo mas completo que tenemos hasta ahora acerca de una de las mas delicadas ramas de la meteorología, Arago distingue tres especies de manifestaciones luminosas *(los relámpagos),* que son: relámpagos en zig zag, cuyos bordes están claramente terminados; los que sin formas definidas iluminan el cielo, pareciendo cuando brillan que la nube se entreabre para darlos paso, y los que asemejan globos de fuego. Los primeros darán apenas 1|1000 de segundo; pero los relámpagos de forma de globo son menos rápidos y pueden durar muchos segundos. Sucede alguna vez que nubes solitarias, colocadas á una gran altura sobre el horizonte, se hacen luminosas, sin que se oiga el trueno, y aun sin apariencia alguna de tempestad; singular fenómeno que dura bastante tiempo, y fué señalado la primera vez por Nicholson y Beccaria, cuyas descripciones concuerdan perfectamente con las observaciones mas recientes. Hanse visto tambien brillar con eléctrico resplandor y sin síntoma alguno de tempestad, granizos, gotas de lluvia y copos de nieve. Indicaremos, por último, como uno de los rasgos mas sorprendentes de la *distribucion geográfica de las tormentas*, el contraste singular que ofrece la costa peruana, donde nunca truena, comparada con el resto de la zona intertropical, donde en ciertas épocas del

año, y casi diariamente se forman tempestades cuatro ó cinco horas despues de haber tocado el sol en su zenit.

No terminaremos la parte meteorológica del cuadro de la naturaleza, sin insistir de nuevo sobre la íntima conexion que guardan entre sí los fenómenos atmosféricos. Ninguno de los agentes que como la luz, el calor, la elasticidad de los vapores y la electricidad, desempeñan papel tan importante en el océano aéreo, puede dejar sentir su influencia, sin que el fenómeno producido sea inmediatamente modificado por la intervencion simultánea de todos los demás agentes. Esta complicacion de causas perturbadoras nos lleva involuntariamente á las que alteran sin cesar los movimientos de los cuerpos celestes, y especialmente los de una masa pequeña que se aproximan mucho á los centros principales de accion (cometas, satélites y estrellas errantes). Pero aquí la confusion de las apariencias llega á ser frecuentemente inestricable, y quítanos la esperanza de poder llegar alguna vez á prever, fuera de límites muy estrechos, los cambios de la atmósfera, cuyo conocimiento anticipado seria de tanto interés para el cultivo de los verjeles y de los campos, para la navegacion el bienestar y los placeres de los hombres. Los que buscan ante todo en la meteorología esta problemática prevision de los fenómenos, se convencen de que en vano se han emprendido tantas espediciones, y recogido y examinado observaciones tantas;

para ellos la meteorologia no adelantó nada, y niegan su confianza á una ciencia, tan estéril á sus ojos, para concedérsela á las fases de la luna ó á ciertos dias señalados en el calendario por antiguas supersticiones.

Rara vez ocurren grandes separaciones locales en la distribucion de las temperaturas medias; ordinariamente, las anomalías se reparten uniformemente sobre grandes estensiones de terreno. La desviacion accidental llega á su máximun en un lugar determinado, y decrece en seguida de una y otra parte de este punto, dentro de ciertos límites; mas pasados estos pueden hallarse grandes desviaciones en *sentidos opuestos*, solo que se producen con más frecuencia del Sud al Norte que del Oeste al Este.

Háse notado con razon, que las indicaciones del barómetro se refieren á todas las capas aéreas situadas sobre el lugar de la observacion hasta los límites estremos de la atmósfera, al paso que las del termómetro y del sicrómetro son puramente locales y no se aplican mas que á la capa de aire próxima al suelo. Si se trata de estudiar las modificaciones termométricas ó higrométricas de las capas superiores, es necesario proceder á observaciones directas sobre las montañas ó á ascensiones aerostáticas. Si estos medios directos faltan, es preciso recurrir entonces á hipótesis que permitan emplear el barómetro como instrumento de medida para el calor y la humedad. Los fenómenos meteorológicos se ini-

cian ordinariamente por una perturbacion lejana que ocurren en las corrientes de las altas regiones; luego poco á poco el aire frio ó caliente, seco ó húmedo de algunas corrientes desequilibradas, invade la atmósfera, turba ó restablece su trasparencia, amontona las nubes, dándoles formas macisas y redondas, ó las divide y disemina en ligeros copos como la pluma blanda de las aves. Así pues, la multiplicidad de las perturbaciones se complica tambien por la lejanía de las causas de ordinario inaccesibles.

Despues de recorrido el círculo de la vida inorgánica del globo terrestre, y bosquejado á grandes rasgos la forma esterior de nuestro planeta, su calor interno, su tension electro-magnética, los efluvios luminosos de sus polos, su vulcanismo, es decir, la reaccion del interior contra la corteza sólida y sus dos envueltas, ó sean el mar y el Océano aéreo, damos por concluido el cuadro de la descripcion física del mundo.

REFLEJO
DEL MUNDO ESTERIOR
EN LA IMAGINACION DEL HOMBRE.

DEL SENTIMIENTO DE LA NATURALEZA SEGUN LA DIFERENCIA DE LAS RAZAS Y DE LOS TIEMPOS.

De la esfera de los objetos esteriores pasamos á la esfera de los sentimientos. En lo que precede hemos espuesto, bajo la forma de un vasto cuadro de la Naturaleza, cuánto nos ha dado á conocer la ciencia, fundada en rigorosas observaciones y libre de falsas apariencias, acerca de los fenómenos y de las leyes del Universo. Pero semejante espectáculo de la Naturaleza quedaría incompleto, si no considerásemos de qué manera se refleja el pensamiento y en la imaginacion, predispuesta á las impresiones poéticas. Un mundo interior se nos revela, que no esploraremos

como hace la filosofía del arte, para distinguir en nuestras emociones lo que pertenece á la accion de los objetos esteriores sobre los sentidos, de lo que emana de las facultades del alma ó se refiere á las nativas disposiciones de los diversos pueblos; pues basta con indicar la fuente de esta inteligente contemplacion que nos eleva al sentimiento puro de la Naturaleza, é inquirir las causas que, despertando la imaginacion, han contribuido tan poderosamente á propagar el estudio de las ciencias naturales, y la aficion á los lejanos viajes sobre todo en los tiempos modernos.

Háse repetido con frecuencia que el sentimiento de la Naturaleza, sin ser estraño á los pueblos antiguos, se ha espresado no obstante con menos energía en la antigüedad que en los tiempos modernos. Los griegos, dice Schiller, llevaron á su más alto grado la fidelidad y la exactitud en la pintura de los paisajes, entrando en minuciosos detalles, pero sin que su alma tomase en ello más parte que la que tomaría en la descripcion de un trage, de un arma ó de un escudo. Parece como que la Naturaleza había interesado más su inteligencia moral. Jamás se aficionaron á ella con la simpática y dulce melancolía de los modernos.

Por verdadero que sea en cierto modo este juicio, no debe hacerse estensivo á toda la antigüedad. Se forma por otra parte idea incompleta de las cosas, comprendiendo únicamente

bajo el nombre de antigüedad y por oposicion á los tiempos modernos, el mundo griego y el mundo romano. Profundo sentimiento de la Naturaleza se revela en las más antiguas poesías de los hebreos y de los indios, es decir, en razas muy diferentes, como lo son las semíticas y las indo-germánicas.

Solo podemos juzgar de la sensibilidad de los antiguos pueblos respecto á la Naturaleza, por los pasajes de su literatura en que está espresado aquel sentimiento. Encuéntranse indudablemente en la antigüedad griega, en la flor de la edad del linaje humano, un sentimiento tierno y profundo de la Naturaleza, unido á la pintura de las pasiones y á las leyendas fabulosas; pero el género propiamente descriptivo, no es nunca entre los griegos sino un accesorio, apareciendo el paisaje como el fondo de un cuadro en cuyo primer término se mueven formas humanas. La razon de esto es, que en Grecia todo se agita en el círculo de la humanidad.

Cantábanse en Delfos himnos á la Primavera, con el fin sin duda de espresar la alegría del hombre libre ya de los rigores del Invierno. Las *Obras y Dios* de Hesiodo contienen tambien una descripcion del Invierno, introducida quizás más tarde por algun rapsoda jónico. En este poema se dan preceptos sobre la agricultura y sobre otras profesiones, y se indican los deberes de una vida honesta, todo ello en el tono de una noble sencillez, aunque con la sequedad didáctica. No

se levanta Hesiodo á inspiracion más alta, sino para cubrir las miserias de la humanidad con el velo del antroporfismo en el bello mito alegórico de Epimeteo y de Pandora. Así tambien en la *Teogonía,* compuesta de elementos diversos y muy antiguos, los fenómenos del mar se personifican á menudo bajo nombres característicos, como por ejemplo, en la enumeracion de las Nereidas. Esta tendencia á revestir de la forma humana los fenómenos de la Naturaleza fué comun á la escuelas de los *aedas* de Beocia y á toda la poesía antigua.

Hasta época muy cercana á la nuestra no han formado género de literatura distinto, los variados recursos del género descriptivo, es decir, de la poesía de la Naturaleza, bien sea que se limite á pintar el lujo de la vegetacion tropical, ya que represente bajo una forma animada las costumbres de los animales. No debemos deducir de esto que allá donde todo respira tanta sensualidad, haya faltado completamente la sensibilidad para las bellezas naturales, ni que admirando tantas obras maestras inimitables creadas por la imaginacion de los griegos, no podamos hallar entre ellos algunos rasgos de poesía contemplativa. Si estos vestigios son bien raros en concepto de los modernos, no tanto depende esto de la falta de sensibilidad de los antiguos, como de que no esperimentaron la necesidad de espresar con palabras el sentimiento de la Naturaleza. Menos inclinados á la natura-

leza inanimada que á la vida activa y al trabajo interior del pensamiento, adoptaron desde luego y conservaron la epopeya y la oda como la forma más elevada del génio poético. Esto supuesto, las descripciones de la Naturaleza no podian entrar en estos poemas sino accidentalmente, y no parece que la imaginacion se haya detenido jamás en ellas como en un objeto á parte. Con posterioridad, y á medida que se borró la tradicion del antiguo mundo y sus flores se agostaron, la teórica invadió el dominio de la poesía didáctica: poesía severa, noble y sin adornos bajo la antigua forma filosófica y casi sacerdotal, que fué la del libro de Empedocles sobre la Naturaleza; mas por la mezcla de la retórica perdió poco á poco su sencillez y dignidad primitivas.

La poesía bucólica, especie de drama popular y campestre, que tuvo su nacimiento en las llanuras de la Sicilia, está reputada justamente como una forma intermediaria; siendo más bien el hombre de la Naturaleza que el paisaje, lo que se representa en esa pequeña epopella pastoril. Tal es, al menos, su carácter en Teócrito, poeta que le ha dado la forma más acabada. El elemento elegiaco ocupa tambien un lugar en el idilio, y parece que debe su origen al pesar de un ideal perdido, y á que siempre vá mezclado un fondo de tristeza en el corazon del hombre al íntimo sentimiento de la Naturaleza.

Cuando la verdadera poesía se estinguió en Grecia con la vida pública, la poesía didáctica y descriptiva se consagró á la trasmision de la ciencia La Astronomía, la Geografía, la caza y la pesca vinieron á ser los asuntos favoritos de versificadores que desplegaron con frecuencia una flexibilidad maravillosa. Las formas y las costumbres de los animales están retratadas con gracia, y con tal exactitud, que la ciencia moderna puede encontrar allí sus clasificadores en géneros y hasta en especies; mas falta á todos aquellos poemas la vida interior, el arte de animar á la Naturaleza, y aquella emocion con cuyo auxilio el mundo físico se impone á la imaginacion del poeta, aun sin que este tenga clara conciencia de ello.

Nótase un sentimiento más vivo y delicado de la Naturaleza en algunos trozos de la *Antología*, restos preciosos de diversas épocas. Fray Jacobos ha reunido en su bellísima edicion, bajo un título aparte, todos los epígramas relativos á los animales y á las plantas: pequeños cuadros que por lo comun no se refieren sino á objetos individuales. Sin embargo, por lo general, parece que los poetas de la Antología se ocupan de los animales con preferencia á las plantas.

Me propongo simplemente en estas páginas esclarecer con algunos ejemplos tomados de la literatura descriptiva, consideraciones generales sobre la contemplacion poética del mundo. Así, que habria ya abandonado el florido campo de

la antigüedad griega, si creyese posible en un libro que me he atrevido á intitular *Cosmos*, pasar en silencio el tratado *sobre el Mundo*, falsamente atribuido á Aristóteles. El autor representa al globo «adornado con su lujosa vegetacion, fertilizado por innumerables irrigaciones, y (cosa la más maravillosa á su juicio) poblado de seres pensadores.

La emosion que sentían los griegos en el fondo del corazon ante las bellezas naturales, por más que no tratasen de espresarla bajo una forma literaria, se encuentra aun más raramente entre los romanos. Parece que debía esperarse otra cosa de una nacion que fiel á las antiguas tradiciones de los Sículos se dedicó principalmente á la agricultura y á la vida del campo. Pero al lado de esta actividad de los romanos dábase en ellos una gravedad austera, sóbria y mesurada razon que los predisponía poco á las impresiones de los sentidos, llevándoles más bien hácia las realidades de cada dia, que no hácia la contemplacion poética é ideal de la Naturaleza. Estas oposiciones entre la vida interior de los romanos y la de las tribus griegas se reflejan en la literatura, espresion inteligente y fiel del carácter de los pueblos. A pesar de su comunidad de orígen la estructura interna de ambos idiomas formaba una nueva diferencia entre ellos. Conviénese en reconocer que la lengua del antiguo Lacio es menos rica en imágenes, menos variada en sus giros, y más

propia para espresar la verdad de las cosas que para plegarse á las fantasías de la imaginacion.

La poesía desplegó todas sus riquezas en el poema de Lucrecio *sobre la Naturaleza*. El autor, discípulo de Empédocles y de Parmenides, abraza en su obra el mundo entero realzando aun más la magestad de su esposicion por las formas arcaicas de su estilo. La poesía y la filosofía han confundido sus fuerzas en el libro de Lucrecio, sin que resulte nunca de su mezcla aquella frialdad que censuraba ya severamente al retórico Menandro, comparándola al brillante aspecto bajo el cual se representaba Platon la Naturaleza.

Si no obstante la agitada vida que ocasionan las pasiones políticas, conservára un estadista en su corazon entusiasta aficion á la Naturaleza y el amor de la soledad, la fuente de estos sentimientos habria que buscarla en las profundidades de un carácter grande y noble. Los escritos de Ciceron prueban la verdad de este aserto. Sábese ciertamente que en su tratado de las *Leyes* y en el del *Orador* Ciceron tomó mucho de la *Phedra* de Platon; pero la imitacion no ha quitado nada de su propia individualidad á la pintura del suelo itálico. Platon pinta en algunos rasgos generales «la espesa sombra del alto plátano, los perfumes que exhala la flor del Agnus-castus y la brisa del estío, cuyo murmullo acompaña á los coros de las cigarras.» Por lo que respecta á la descrip-

cion de Ciceron, tan fiel aparece, segun ha notado recientemente un ingenioso observador, que aun hoy pueden comprobarse todos sus rasgos en los mismos lugares.

El conocimiento de las obras de Virgilio y de Horacio se halla tan generalmente estendido entre las personas un tanto iniciadas en la literatura latina, que sería supérfluo tomar pasajes de ellas para comprobar el tierno y vivo sentimiento de la Naturaleza que anima á algunas de sus composiciones. En la epopeya nacional de Virgilio, la descripcion del paisaje debía de ser, segun la naturaleza misma de este género de poemas, un simple accesorio, y ocupar por consiguiente lugar reducido. En parte ninguna se advierte que el autor se haya empeñado en describir determinados parajes; pero los armoniosos colores de sus cuadros revelan un conocimiento profundo de la Naturaleza. ¿En dónde fueron pintadas con mayor belleza, la calma del mar y la tranquilidad de la noche? ¡Qué contraste entre estas imágenes apacibles y las enérgicas descripciones de la tormenta, en el libro primero de las Geórgicas, de la tempestad que asalta á los troyanos en medio de las Estrofadas, del derrumbamiento de las rocas y de la erupcion del Etna, en la Eneida! Hubiera podido esperarse, de parte de Ovidio, como fruto de su larga estancia en Tome, llanuras de la Mesia inferior, una descripcion poética de aquellos desiertos sobre los cuales ha permanecido

muda la antigüedad. Cierto es que el desterrado no vió aquella parte de las estepas que, cubierta en el verano de vigorosas plantas de cuatro á seis piés de altura; ofrece á cada ráfaga de viento la graciosa imágen de un agitado mar de flores; porque el lugar á que fué confinado Ovidio, era un páramo pantanoso.

De sentir és sobre todo que Tíbulo no nos haya dejado ninguna gran composicion descriptiva tomada del natural, ya que entre los poetas que ilustraron el reinado de Augusto es de los pocos que, felizmente estraños á la erudicion alejandrina, y aficionados á la vida del campo, sensibles y sencillos por consiguiente, bebieron en sí mismas sus inspiraciones. Sus elegías deben considerarse, á la verdad, como cuadros de costumbres en los cuales el paisaje está relegado al último término; pero la *consagracion de los campos* y la sesta composicion del libro primero demuestran lo que hubiera podido esperarse del amigo de Horacio y de Messala.

Lucano, nieto del retórico M. Anneo Séneca, se asemeja mucho á él por el adorno oratorio de su estilo; ha pintado, sin embargo, con rasgos admirables de sorprendente verdad, la destruccion del bosque de los Druidas en la ribera, hoy asolada, de Marsella. Las encinas al caer se apoyan entre sí y sostienen en equilibrio; despojadas de sus hojas, dejan que penetre por vez primera un rayo de sol en aquella santa y sombría oscuridad. Lucilio Junior, amigo de

Séneca el filósofo, ha representado tambien con exactitud la erupcion de un volcan, en su poema didáctico de el *Etna*, si bien ha prescindido de ciertos detalles circunstanciados, que son los que únicamente dan originalidad á semejantes descripciones.

No son menos raras las descripciones de la Naturaleza entre los prosistas romanos que entre los prosistas griegos. Los grandes historiadores Julio César, Tito Livio y Tácito, apenas hacen otra cosa que describir incidentalmente un campo de batalla, el paso de un rio ó de desfiladeros impracticables en las montañas. No puedo leer en los anales de Tácito, sin cierto placer. la travesia de Germánico por el Ems (Amisia), y la gran descripcion geográfica de las cadenas de montañas que costean la Siria y la Palestina. Quinto Cursio ha pintado tambien muy felizmente la soledad de los bosques que debió atravesar el ejército macedónico, al Oeste de Hecatompylos, en la pantanosa provincia de Mazenderan. Insistiria más sobre esto, si pudiera distinguirse con seguridad la parte que en las descripciones de dicho escritor se debe á su viva imaginacion de aquella que las fuentes históricas le suministraron.

Por ahora me limitaré á mencionar aquí la grande obra enciclopédica de Plinio el Viejo, á la que no puede compararse ninguna otra de la antigüedad por la riqueza de materiales; y libro que es tan variado como la misma Naturaleza. La

Historia Natural de Plinio, segun el plan que el autor se habia formado, no podia contener muchas descripciones individuales de objetos determinados; mas siempre que la atencion del autor se fija en el conjunto de las fuerzas naturales ó en el órden magestuoso que preside al universo (naturæ majestas), se observa en sus palabras un verdadero entusiasmo. El libro de Plinio ha ejercido una gran influencia durante toda la edad media.

Citariamos con gusto, como testimonio del sentimiento de la naturaleza entre los Romanos, las casas de recreo graciosamente situadas subre las alturas del Pincio en Tusculano y en Tibur (Tívoli), y cerca del cabo Miseno, en Puzol y en Bayas, si no estuvieren todas como las de Escauro y Mecenas, Lúculo y Adriano, obstruidas por edificios suntuosos. Los templos, los teatros y los hipódromos, alternan con las pajareras y otras construcciones destinadas al entretenimiento de limazas y lirones. La casa de campo de Escipion, en Liternum, aunque más sencilla indudablemente, estaba guarnecida de torreones como una fortaleza. El nombre de Macio, amigo de Augusto, ha llegado precisamente hasta nosotros, porque muy aficionado á todo lo que era artificial y contrario á la naturaleza, fué el primero que introdujo el uso de podar con simetria los árboles segun formas tomadas de la arquitectura ó de las artes plásticas. Plinio el Jóven, poseedor de numerosas casas de recreo,

ha escrito en términos encantadores las de Laurento y Toscana. Si en ambas á dos, los edificios y caprichosos adornos de madera recortada, se veian esparcidos con una profusion que rechazaria nuestro gusto moderno, sin embargo, las descripciones que de ellas nos ha dejado Plinio, y el cuidado tambien que tuvo Adriano en hacer reproducir artificialmente la imágen del valle de Tempe, en su casa de recreo de Tívoli, atestiguan que los Romanos, aun los que habitaban en las ciudades, sentian el encanto del paisaje, y no eran indiferentes al libre goce de la Naturaleza, á pesar de su gusto algo esclusivista por las artes, y del valor que daban á las comodidades de la vida, y aunque calculasen con esquisita solicitud la situacion de sus casas de campo, con relacion al sol y á los vientos.

Los antiguos no nos han dejado descripcion alguna de las nieves perpétuas que coronan los Alpes, y se coloran de rojos reflejos á la salida y puesta del sol; ni fijaron su atencion en el estado de los azules ventisqueros, ni en la imponente naturaleza del paisaje suizo. Sin embargo, la Helvecia, se veia contínuamente atravesada por estadistas ó generales que se dirigian á Galia, y llevaban literatos en su compañía. Sabido es que Julio César, cuando volvió á Galia en busca de sus legiones, aprovechó el tiempo componiendo, durante el paso por los Alpes, un tratado de gramática, *de Analogía*. Silio Itálico, que murió en tiempo de Trajano, en una

época en que ya la Suiza alcanzaba un estado floreciente de cultura, celebra con pasion todos los barrancos de Italia y las sombrías orillas del Liris, hoy Garellano; pero representa la region de los Alpes como un horrible desierto falto de vejetacion. No es menos sorprendente que el maravilloso aspecto de las rocas de basalto cortadas en columnas naturales, como las que se encuentran en el centro de Francia, á orillas del Rhin, y en la Lombardía, no decidiera á los Romanos á describirlas ni aun á mencionarlas siquiera.

Cuando nuevos sentimientos vienen á desarrollarse en el mundo, es casi siempre posible encontrar aquí y allá algunos gérmenes precoces y profundamente sepultados. El mundo nuevo no ha roto bruscamente con el antiguo; pero los cambios verificados en las aspiraciones religiosas de la humanidad, en los más tiernos sentimientos morales, y aun en la vida esterior de los hombres, han puesto de manifiesto de repente lo que habia hasta entonces pasado desapercibido. El cristianismo preparó los espíritus para que buscasen en el órden del mundo y en las bellezas naturales, el testimonio de la grandeza y escelencia del Creador. Esta tendencia á glorificar la Divinidad en sus obras debió desarrollar el gusto por las descripciones.

Citaremos aquí parcialmente algunas descripciones de la Naturaleza tomadas de los Padres de la Iglesia griega, y menos conocidas indudablemente de nuestros lectores, que los pasajes en

que espresaron los antiguos habitantes de Italia su aficion á la vida campestre. Empezaré por una carta de San Basilio, por el cual tengo desde hace mucho tiempo una singular predileccion. Nacido en Cesárea de Capadocia, Basilio renunció, antes de haber cumplido treinta años, á la vida tranquila que llevaba en Atenas, visitando las tebaidas cristianas de la Siria y del Egipto meridional. A mitacion de los Esenios y Terapeutas, precursores del cristianismo, se retiró á un desierto á orillas del Iris en Armenia. Su segundo hermano Naucracio, se habia ahogado pescando en este rio, despues de haber llevado por espacio de cinco años la dura vida de los anacoretas. Basilio escribia á Gregorio de Nacianzo: «Creo, en fin, haber hallado el término de mis errantes peregrinaciones. Renunciando con pena á la esperanza de volver á reunirnos, más exacto seria decir á mis sueños, porque estoy conforme con el que llama á la esperanza el sueño de un hombre despierto, he salido para el Ponto en busca de la vida que me conviene. Dios me ha hecho encontrar aquí un lugar á propósito para mis gustos. Puedo ver en realidad todo lo que nos representaba la imaginacion en nuestros juegos y en nuestros momentos de reposo. Una alta montaña rodeada de frondoso bosque, se vé regada por su parte Norte de aguas límpidas y frescas. A sus piés se estiende una llanura inclinada que fecundizan los húmedos vapores que se exhalan de las alturas. El bosque que rodea á

la montaña y en donde se apiñan árboles de formas y especies diferentes, parece establecer un muro de defensa á su alrededor... Dos barrancos profundos limitan mi soledad. De un lado, el rio que se lanza de la cima opone una barrera contínua y difícil de franquear; del otro, cierra su entrada un ancho pico de la montaña. La habitacion está situada sobre la cresta de otro pico, de manera que consiente abarcar la llanura en toda su estension, y contemplar desde lo alto la caida y el curso del Iris, más agradable para mí, que el Strymon para los habitantes de Amphipolis. Este rio, el más rápido que conozco, se rompe contra una roca próxima y se precipita arremolinado en un abismo, ofreciéndome como á todos los viajeros, un aspecto lleno de encanto; y es, además, para los habitantes de la comarca útil recurso, por el infinito número de peces que alimenta en sus espumosas ondas. ¿Debo describirte los vapores que se exhalan de la tierra ó las brisas que se levantan de la superficie de las aguas? Admire otro la abundancia de las flores y el canto de las aves; yo no tengo espacio de tiempo para aplicar mi espíritu á tales objetos. Lo que me encanta sobre todo es la tranquilidad de la comarca; no la visitan sino algunos cazadores, porque mi desierto dá pasto á ciervos y rebaños de cabras monteses; pero no á vuestros osos y leones. ¿Cómo podria yo cambiar este sitio por otro alguno? Cuando Alcmeon encontró las Echinades no qui-

so ir más allá.» A pesar de la indiferencia que quiere oponer San Basilio á alguno de los encantos de su retiro, hay en esta sencilla pintura del paisaje y de la vida de los bosques, sentimientos más en armonía con los sentimientos modernos que todo lo que nos queda de la antigüedad griega y latina. De lo alto de la cabaña solitaria en donde se ha refugiado el santo anacoreta, penetra la mirada hasta la bóveda húmeda del bosque. Basilio encontró por fin el lugar de descanso por el que tan largo tiempo habian suspirado él y su amigo Gregorio de Nacianzo. La alusion mitológica con que termina la carta, resuena como una voz que salida del antiguo mundo encuentra un eco en el mundo cristiano.

Las Homilias de San Basilio sobre el Hexameron revelan tambien el sentimiento de la Naturaleza que en él existia. Pinta las dulzuras de las noches eternamente serenas del Asia Menor, en donde, segun su espresion, los astros, flores inmortales del cielo, elevan el espíritu del hombre de lo visible á lo invisible. Si en la narracion de la Creacion del mundo quiere celebrar las bellezas del mar y describir los variados y cambiantes aspectos de esa llanura sin límites, muestra cómo dulcemente agitada «por el soplo de los vientos, refleja una luz ya blanca, ya azulada, ya roja; y cómo en sus apacibles juegos acaricia la playa.» Hállase el mismo tono de concordia melancólico con la Naturaleza en Gre-

gorio de Niza, hermano de San Basilio. «Si veo, dice, la cresta de la roca, la cabaña, la llanura, cubiertas de naciente yerba; si veo el rico adorno de los árboles, y á mis pies las lises á que ha dado la Naturaleza el perfume y el brillo de sus colores á la vez; si distingo el mar en lontananza hácia el cual lleva mis miradas la nube que pasa, apodérase de mi alma una tristeza que no carece de dulzura. Con el otoño desaparecen los frutos, caen las hojas, pierden de flexibilidad las ramas de los árboles, y nosotros mismos, abrumados de profunda melancolía al ver esas eternas y regulares transformaciones, nos identificamos con las misteriosas fuerzas de la Naturaleza. Cualquiera que contemple este espectáculo con los ojos del alma, comprenderá la pequeñez del hombre comparado con la grandeza del Universo.»

La aficion á las descripciones poéticas entre los cristianos, no es el solo efecto de esta glorificacion de la Divinidad por la entusiasta contemplacion de la Naturaleza; puede decirse tambien que en el primitivo fervor de la nueva fé, á la admiracion acompañaba siempre el desprecio hácia las obras humanas. Crisóstomo repite en mil pasajes: «Cuando veas un magnífico monumento, y te encante el espectáculo de una larga columnata, dirige en seguida tus miradas hácia la bóveda del cielo, y á los campos libres donde pacen los rebaños cerca de las orillas del mar. ¿Quién no despreciaria todas las obras del

arte, cuando en la calma de su corazon admira la salida del sol derramando sobre la tierra una luz dorada, cuando á la orilla de una fuente, recostado sobre la fresca yerba ó á la sombra de poblados árboles dilata á lo lejos su mirada que se pierde en la oscuridad?» La ciudad de Antioquía estaba en aquella época rodeada de ermitas, y en una de ellas vivía Crisóstomo.

Cuando más adelante, en tiempos opuestos á toda civilizacion, se estendió el cristianismo entre las razas germánicas y celtas, que no conocian hasta entonces otra religion que la de la Naturaleza, honrando bajo sus símbolos groseros las fuerzas conservadoras ó destructoras del Universo, el íntimo comercio de la Naturaleza y el estudio de sus misteriosas leyes, llegaron fácilmente á hacerse sospechosos de brujería. El conocimiento del mundo esterior pareció entonces tan peligroso, como lo fuera el cultivo de las artes plásticas en tiempo de Tertuliano, de Clemente de Alejandría y de casi todos los antiguos Padres. En los siglos XII y XIII, los concilios de Tours (1169) y de París (1209) prohibieron á los frailes la culpable lectura de las obras de física. Alberto el Grande y Rodrigo Bacon fueron los primeros que rompieron con verdadero valor las trabas del entendimiento humano, absolvieron á la Naturaleza, y la restablecieron en sus antiguos derechos.

Hemos señalado hasta aquí las oposiciones que se manifestaron en las liturgias griega y la-

tina, tan íntimamente unidas entre sí por otra parte, segun la diferencia de los tiempos. Pero los contrastes que se producen en la manera de sentir no son únicamente consecuencia del tiempo ó de las revoluciones en cuya virtud los gobiernos, las costumbres y las religiones se transforman irresistiblemente, pues aun sorprenden más los que ocasionan la variedad de las razas y su carácter originario. Véase si no la oposicion que se advierte en lo tocante al sentimiento de la Naturaleza y al color poético de las descripciones, entre los Griegos, los Germanos del Norte, en las razas semíticas, los Persas y los Indios.

Ese amor á la Naturaleza que es propio de las razas contemplativas de la Germania, manifiéstase en alto grado en los más antiguos poemas de la edad media; buena prueba de ello es la poesía caballeresca de los *Minnesinger*, bajo el reinado de los Hohenstauffen. Cualesquiera que sean las relaciones históricas que existan entre esta poesía y la poesía romana de los Provenzales, no puede desconocerse en ella el elemento germánico puro. Las costumbres de las naciones germánicas, sus hábitos de vida, su amor á la independencia, todo revela el sentimiento de la Naturaleza de que estaban íntimamente penetrados. Los Minnesinger errantes, por mas que algunos descendieran de príncipes y todos fueran cortesanos, permanecian siempre en asíduo comercio con la Naturaleza, mante-

niendo en toda su frescura la natural predisposicion que en ellos se notaba hácia el Idilio, y tambien con frecuencia á la elejía. Con el fin de apreciar mejor los efectos de predisposicion semejante, me referiré á los dos sábios que más profundamente conocieron la edad media alemana, á mis nobles amigos Jacobo y Guillermo Grimm. «Los poetas alemanes de esta época, dice el último, no se cuidaron jamás de describir la Naturaleza de una manera abstracta, es decir, sin otro objeto que el de pintar con animados colores la impresion del paisaje. Y no faltaba seguramente á los antiguos *maestros* alemanes el sentimiento de la Naturaleza, pero lo referian siempre á los acontecimientos que narraban ó á las más vivas emociones que rebosaban en sus cantos líricos. Empezando por la epopeya nacional, por los más antiguos y preciosos monumentos de la musa alemana, no encontramos ni en los *Niebelungen* ni en el poema de *Gudrun* descripcion alguna de la Naturaleza, ni aun allí donde la ocasion se presentaba naturalmente. En el poema de Gudrun, que supone costumbres algo más cultas, se entrevé mejor el sentimiento de la Naturaleza. Cuando la hija del rey y sus compañeras, reducidas á la condicion de esclavas, van á llevar á orillas del mar las ropas de sus señores, indica el poeta el instante del año en que el invierno toca á su fin, y empiezan de nuevo los conciertos de los ruiseñores. La nieve cae todavía, y la cabellera de las doncellas

se mira azotada por el viento de marzo. Cuando Grudun sale del campo esperando la llegada de sus libertadores, las olas del mar brillan con los primeros fuegos de la mañana y distingue los oscuros cascos y los escudos de sus enemigos. Estas no son sino algunas palabras; pero bastan para dar una imágen distinta de las cosas, y aumentar de este modo la espectativa del grande acontecimiento que se prepara.»

«A la epopeya sencilla pueden oponerse las largas y curiosas narraciones de los poetas del siglo XIII, que cultivaban el arte cuando ya tenia conciencia de sí mismo. Hartmann de Ane, Wolfran de Eschenbach y Godofredo de Estrasburgo, se distinguen de tal modo entre todos los demás, que bien podemos llamarles los maestros y los autores clásicos de la poesía caballeresca. Fácil seria recoger del vasto conjunto de sus obras testimonios de la emocion que les causaba la Naturaleza. Este sentimiento, sin embargo, solo se revela por la eleccion de las comparaciones; ni aun pensaron en delinear los cuadros que se les presentaban á la vista, independientemente de la narracion, ni detienen el curso de los acontecimientos para descansar en la contemplacion de la Naturaleza y su apacible vida. Verdad es que cuando los poetas líricos del siglo XIII cantan el amor (die Minne) lo que tampoco hacen constantemente, hablan del dulce mes de mayo, del canto del ruiseñor, del rocío que brilla en las flores del bosquecillo; pero siempre con ocasion

de los sentimientos que parecen reflejarse en estas imágenes. Si quiere espresar impresiones melancólicas, el poeta nos hace pensar en las hojas que se marchitan, en las aves que enmudecen, en el sembrado oculto por la nieve. Los mismos recuerdos se repiten incesantemente, si bien espresados, preciso es reconocerlo, con encanto y bajo formas muy variadas.

La epopeya esópica, que elegia las bestias para sus héroes, no debe confundirse con el apólogo oriental; aquella nació de un contacto habitual con el mundo de los animales, sin decidido propósito de pintar exactamente sus fisonomías. Este género de fábula, apreciado de una manera superior por Jacobo Grimm en el prefacio de su edicion de *Reinhart Fuchs*, revela el placer que se sentia entonces por la Naturaleza. Las bestias, no ya encadenadas al suelo, sino dotadas de la palabra y accesibles á todas nuestras pasiones, contrastan con la vida tranquila y silenciosa de las plantas; forman un elemento siempre activo á destinar á animar el paisaje.

Intenciones dan de unir á los monumentos de la poesía descriptiva entre los Germanos, los restos de la poesía céltica y ersa, que han pasado de un pueblo á otro por espacio de medio siglo, bajo el nombre de Ossian, como nubes errantes en el cielo; pero el encanto se ha roto cuando se ha reconocido incontestablemente el fraude de Marcpherson, en la publicacion del testo gaélico evidentemente supuesto y contrahecho so-

bre la obra inglesa. Existen en la antigua lengua ersa cantos en honor de Fingal, conocidos con el nombre de *cantos de Finnian*, que fueron recogidos y escritos despues de la introduccion del cristianismo y no se remontan quizas al siglo VIII de nuestra era; pero estas poesías populares contienen muy pocas descripciones sentimentales del género de aquellas que dan singular encanto al libro de Macpherson.

Hemos indicado ya que si la predisposicion á la contemplacion y á las fantasías no es estraña á las razas indo-germánicas de la Europa septentrional, sino que antes bien constituyen uno de sus rasgos distintivos, no debe atribuírsela á la influencia del clima, es decir, al ardiente deseo de los goces de la Naturaleza, acrecentado por la privacion.

Esta es la ocasion de penetrar algo mas en la literatura descriptiva de la India. «Representémonos, dice Lassen, á una parte de la raza ariana abandonando las regiones del Nor-oeste, su primitiva patria, y emigrando hácia la India. Debió admirar las riquezas de aquella naturaleza desconocida. La dulzura del clima, lo fértil del suelo, la liberalidad con que derramaba sus magníficos dones debieron prestar mas brillantes colores á la nueva vida de aquellos pueblos. Además de las preciosas cualidades propias de los Arianos, y del raro desarrollo de su entendimiento, que permite encontrar en ellos el gérmen de cuanto grande y elevado realizaron los

Indios mas tarde, el aspecto del mundo esterior les condujo desde luego á reflexionar profundamente acerca de las leyes de la Naturaleza, y sus meditaciones determinaron en ellos la tendencia contemplativa que constituye el fondo de la poesía mas antigua de los Indios. Esta impresion dominante que ejerce la Naturaleza sobre la conciencia de todo un pueblo, se manifiesta especialmente en los sentimientos religiosos y en el homenaje tributado al principio divino de la Naturaleza. La indiferencia hácia todas las cosas de la vida aumentó tambien estas disposiciones soñadoras. ¿Quienes se hallan mas al abrigo de toda distraccion, quiénes podian aislarse mejor en una profunda contemplacion, y reflecsionar acerca de la vida del hombre en este mundo, sobre su condicion despues de la muerte, sobre la esencia de la Divinidad, que aquellos penitentes, aquellos bracmanes, que habitaban en la soledad de los bosques, cuyas antiguas escuelas son uno de los fenómenos mas característicos de la vida india, y que han ejercido una influencia considerable sobre el desarrollo intelectual de toda la nacion?

Si me es permitido valerme de algunos ejemplos para hacer comprender el vivo sentimiento de la Naturaleza que con frecuencia brilla en la poesía descriptiva de los Indios, empezaré por los *Vedas*, el mas antiguo y mas sagrado de todos los monumentos que atestiguan la cultura de los pueblos del Asia oriental. El principal ob-

jeto de dicho libro es la glorificacion de la Naturaleza. Los himnos de *Rigveda* contienen bellísimas descripciones de los primeros albores del dia y del sol «de manos de oro.» Sin embargo, los autores de los *Vedas* rara vez se cuidan de describir el aspecto de los lugares que estasiaban á los sábios. En los poemas épicos del *Ramayana* y del *Mahabarata*, posteriores á los *Vedas* y anteriores á los *Puranas*, los cuadros de la Naturaleza se hallan aun ligados con la narracion, como conviene á este género de composiciones; pero al menos retratan lugares determinados y son el fruto de impresiones personales.

El nombre de Kalidasa se hizo célebre desde luego entre los pueblos occidentales. Este gran poeta florecia en la brillante còrte de Vikramaditya, y era por consiguiente contemporáneo de Virgilio y de Horacio. Las traducciones francesa, inglesa y alemana del *Sakuntala* han justificado la extraordinaria admiracion de que ha sido objeto Kalidasa. La ternura de los sentimientos y la fuerza de invencion, le aseguran un lugar distinguido entre los poetas de todos paises. Puede juzgarse del atractivo de sus descripciones por el drama encantador de *Vikvama y Urvasi*, en el cual recorre el rey todos los recodos de las selvas en busca de la ninfa Urvasi, por el poema de *las Estaciones* y por la *Nube mensajera* (Meghaduta). Kalidasa ha pintado en esta composicion la verdad misma de la Naturaleza, los trasportes con que es saludada, tras una

larga sequía, la primera nube que aparece en el cielo como nuncio de la estacion de las lluvias.

De los Arianos orientales, es decir, de la familia indobramánica, maravillosamente predispuesta por su organizacion al goce de las bellezas pintorescas de la Naturaleza, pasemos á los Arianos del Occidente, á los Persas, que reunidos en otro tiempo á los pueblos de la misma raza en la region situada al norte de la Persia y de la India, se separaron mas tarde, y adoradores espiritualistas de la Naturaleza, conciliaron este culto con la concepcion maniquéa de Ariman y de Ormuzd. Lo que llamamos literatura persa no se remonta mas allá de la época de los Sasanidas. Los monumentos mas antiguos de la poesía de los Persas han desaparecido. Unicamente despues de la conquista de los Árabes, cuando se renovó la faz del pais, refloreció una literatura nacional bajo las dinastías de los Samanidas, de los Gaznevidas y de los Seldjucidas. Al buscar la huella del sentimiento de la Naturaleza entre los Indios y los persas, no hay que olvidar que las civilizaciones respectivas de estos dos pueblos han estado separadas doblemente por el espacio y por el tiempo. La literatura persa pertenece á la edad media; la gran literatura india pertenece propiamente á la antigüedad. La Naturaleza no ofrece sobre la meseta del Iran los robustos árboles y la variedad de formas y de colores, que presenta á nuestros encantados ojos el suelo del Indostan. La cadena del Vindhya, que por largo tiempo ha

determinado el límite del Asia Oriental, está comprendida aun en la zona de los trópicos, en tanto que toda la Persia está situada mas allá del trópico de Cáncer, y aun parte de la poesía persa tuvo su orígen en la region septentrional de Balkh y de Fergana. Los cuatro Paraisos celebrados por los poetas persas eran el valle de Sogd, cerca de Samarcanda; el de Maschanud, junto á Hamadan; de Scha-abi-Bowan, no lejos de Kal'eh-Sofid en la provincia de Fars, y la llanura de Damasco, llamada Gute. Los reinos de Iran y de Turan están desprovistos de bosques; no hay por consiguiente sitio para aquella vida solitaria de las selvas que tan profundamente habia escitado la imaginacion de los poetas indios.

La descripcion del paisaje rara vez interrumpe la narracion en la epopeya nacional ó *Libro de los Héroes* de Firdusi. El elogio de las costas de Mazenderan, puesto en boca de un poeta viajero, me parece estremadamente gracioso, y que representa con verdad la dulzura del clima y la fuerza de la vegetacion. Este elogio arrastra al rey Kei-Kawus á una espedicion hácia el mar Caspio y á una nueva conquista. Las poesías á la primavera, de Enweri, de Dschelalednin, que pasa por el poeta místico mas notable del Oriente, de Adhad y de Feisi, semi-persa y semi-indio, tienen todas viva frescura, si bien el placer que causan se vé turbado con frecuencia por el deseo pueril de rebuscar comparaciones demasiado

ingeniosas. Sadi en su novela *Costan* y *Gulistan* (El Jardin de los frutos y de las rosas), y Hafiz, cuya filosofía práctica se ha comparado á la de Horacio, señalan la época de la enseñanza moral el primero, y el segundo, el mas elevado vuelo de la poesía lírica.

Si descendiendo de la meseta del Iran nos dirigimos hácia el Norte atravesando el reino de Turan hasta la cadena del Ural, que separa la Europa del Asia, llegamos á los lugares que sirvieron de cuna á la raza finlandesa; porque los Finlandeses salieron en otro tiempo de la region de los montes Urales, como las hordas turcas del Altai. Entre estas razas finlandesas establecidas á gran distancia hácia el Occidente en las bajas llanuras del continente europeo, existian cantos que el doctor Elías Lœnnrot ha recogido en gran número de boca de los Carelianos y de los campesinos de Olonetz. Una antigua epopeya, compuesta de cerca de doce mil versos, trata de la lucha de los Finlandeses y de los Lapones, y de las aventuras de un héroe divino llamado Vaino; contiene descripciones de la vida rústica en Finlandia, estremadamente graciosas.

Para acabar de considerar lo que en el sentimiento de la Naturaleza y en la manifestacion de este sentimiento puede provenir de la diferencia de las razas, de la conformacion del suelo, de la constitucion política y de las creencias religiosas, réstanos arrojar una mirada á esos pueblos del Asia que más contrastan con las razas

arianas é indo-germánicas de los Indios y los Persas. Las naciones semíticas ó arameas nos ofrecen en los monumentos mas respetables y mas antiguos de su poesía, con una inspiracion poderosa y una brillante imaginacion, el testimonio de un sentimiento profundo de la Naturaleza; sentimiento espresado con grandeza y esplendor en las leyendas pastoriles, en los himnos sagrados, y en aquellos cantos líricos que hace resonar en tiempo de David la escuela de los videntes y de los profetas, cuya sublime inspiracion, casi estraña al pasado, se torna llena de presentimientos hácia lo porvenir.

La poesía hebrea, aparte de su elevacion y profundidad, ofrece á las naciones del Occidente el singular atractivo de hallarse íntimamente ligada con recuerdos consagrados por tres grandes religiones: la religion mosáica, la cristiana y la mahometana. No son los pueblos de Europa los únicos cuya imaginacion se siente atraida por los recuerdos de los Santos Lugares; pues las misiones, favorecidas por el espíritu comercial y conquistador de los pueblos navegantes, han llevado los nombres geográficos y las descripciones del Oriente, tal y como nos los ha conservado el Antiguo Testamento, hasta el fondo de los bosques del Nuevo Mundo y á las islas del mar del Sud.

Uno de los caractéres distintivos de la poesía de la Naturaleza entre los hebreos, es que, reflejo del monoteismo, abraza siempre al mundo

en imponente unidad, comprendiendo á la vez el globo terrestre y los luminosos espacios del cielo. Rara vez se detiene en los fenómenos aislados, y se complace en contemplar las masas. La Naturaleza no está representada en ella como poseyendo existencia aparte y merecedora de homenajes en virtud de su propia belleza, sino que siempre se aparece á los poetas hebreos en la relacion con el poder espiritual que la gobierna desde lo alto. La Naturaleza es para ellos una obra creada y ordenada, la espresion viviente de un Dios por todas partes presente en las maravillas del mundo sensible.

Los libros del Antiguo Testamento, considerados como obras de literatura descriptiva, reflejan fielmente la natura del pais en donde vivian los Hebreos, representando las alternativas de desiertos, llanuras fértiles y bosques sombríos que ofrece el suelo de la Palestina, é indicando todos los cambios de temperatura por el órden en que se verifican, las costumbres de los pueblos pastores y su apartamiento hereditario de la agricultura. Las narraciones épicas é históricas son de una estremada sencillez y quizás mas desnudas de adorno que las de Herodoto. Merced á la uniformidad que se ha conservado en las costumbres y en los hábitos de la vida nómada, los viajeros modernos han podido confirmar la verdad de aquellos cuadros. La poesía lírica está mas adornada y desarrolla la vida de la Naturaleza en toda su plenitud. Puede decirse

que el salmo 103 es por sí solo un bosquejo del mundo.

Los salmos ofrecen con frecuencia consideraciones semejantes acerca del mundo; pero en ninguna parte de una manera más completa que en el capítulo XXXVII del libro de *Job*, antiquísimo seguramente, aun cuando no anterior á Moisés. Nótase que los accidentes meteorológicos que se producen en la region de las nubes, los vapores que se condensan ó se disipan segun la direccion de los vientos, los caprichosos juegos de la luz, la formacion del granizo y del trueno, habian sido observados antes de ser descritos. Muchas otras cuestiones se han planteado tambien en aquel libro, que la física moderna puede, indudablemente, reducir á fórmulas mas científicas; pero sin que todavía hayan encontrado para ellas solucion satisfactoria. Repútase generalmente el libro de Job como la obra mas acabada de la poesía hebrea; en él se advierte el encanto pintoresco en la descripcion de cada fenómeno, y el arte á la par en la composicion didáctica del conjunto. En todos las pueblos que poseen una version del libro de Job, estos cuadros de la naturaleza oriental han producido impresion profunda. Allí donde la Naturaleza es mas avara de sus dones, aguza los sentidos del hombre, á fin de que atento á todos los síntomas que se manifiestan en la atmósfera y en la region de las nubes, pueda prever, en medio de la soledad de los desiertos, ó sobre la inmensidad del

Océano, todas las revoluciones que se preparan. La parte árida y montañosa de la Palestina se presta, sobre todo, á este género de observaciones; tampoco falta variedad á la poesía de los Hebreos. Mientras que desde Josué hasta Samuel respira esta el ardor de los combates, el librito de Ruth la espigadora ofrece un cuadro de la mas ingénua sencillez y de indefinible encanto. Gœthe llamaba á este libro, en la época de su entusiasmo por el Oriente, el poema mas delicioso que nos ha trasmitido la musa de la epopeya y del idilio.

En tiempos mas próximos de los nuestros, los primeros monumentos de la literatura de los Árabes conservaban todavía un débil reflejo de aquella gran manera de contemplar la Naturaleza, que fué en una época tan atrasada, rasgo distintivo de la raza semítica. Recordaré á este propósito la pintoresca descripcion de la vida de los Beduinos en el desierto por el gramático Asmai, que ha unido este cuadro al nombre célebre de Antar, formando una gran obra con otras leyendas caballerescas, anteriores al mahometismo. El héroe de esta novela romántica es el mismo Antar, de la tribu de Abs, hijo del jefe Scheddad y de una esclava negra; sus versos pertenecen al número de los poemas laureados y puestos en la Kaaba. El sábio traductor inglés Terrick Hamilton, ha llamado la atencion sobre los acentos bíblicos, que resuenan como un eco en los versos de Antar. Asmai hace viajar al hijo

del desierto á Constantinopla; hallando en esto ocasion de oponer de una manera pintoresca la civilizacion griega á la rudeza de la vida nómada. Que la descripcion del suelo ocupe, por otra parte, poco lugar en las poesías mas antiguas de los Árabes, no debe admirarnos, teniendo en cuenta que, segun ha hecho notar Freitag, orientalista de Bona muy versado en aquella literatura, el objeto principal de los poetas árabes es la narracion de los hechos de armas, el elogio de la hospitalidad y de la fidelidad en el amor, y que además, casi ninguno de ellos era originario de la Arabia Feliz.

En las regiones desprovistas del ornamento de los bosques, los fenómenos atmosféricos, la tormenta, la tempestad, la lluvia tras una larga sequía, se apoderan por lo mismo con mucha mayor fuerza de la imaginacion. Buscando entre los poetas árabes descripciones animadas de estas escenas de la Naturaleza, debo especialmente recordar las llanuras fecundadas por la lluvia é invadidas por nubes de insectos zumbadores, en el *Moallakat* de Antar, el fiel y magnífico cuadro de la tormenta, por Amru'l Kais, y otro en el sétimo libro de la coleccion designada con el nombre de *Hamasa*, y, por último, en el *Nabegha Dhobyani*, la riada del Eufrates arrastrando islotes de cañas y árboles descuajados.

Hasta aquí he procurado esponer, en parte al menos, de qué manera el mundo esterior, es decir el aspecto de la Naturaleza animada é ina-

nimada, ha podido obrar diversamente sobre el pensamiento y la imaginacion, en diferentes épocas, y entre razas distintas. He seguido á los Griegos y los Romanos hasta el momento mismo en que se agotan los sentimientos que han dado eterno lustre á las obras de que se compone la antigüedad clásica entre las naciones occidentales. He buscado en los escritos de los Padres de la Iglesia cristiana la espresion conmovedora de aquel amor á la Naturaleza que engendró la vida contemplativa de los anacoretas en la calma de la soledad. Al considerar á los pueblos indo-germánicos (doy aquí á esta denominacion su sentido menos general) me he remontado de las poesías alemanas de la edad media á las de los antiguos habitantes del Asia Oriental, los Indios, y de los menos favorecidos del Asia Occidental que poblaban antes el Iran. Despues de echar una ojeada á los cantos célticos ó gaélicos y á una epopeya finlandesa nuevamente descubierta, he pasado á una rama de la raza semítica ó aramea, y he mostrado á la Naturaleza desplegando sus riquezas en los cantos sublimes de los Hebreos y en las poesías de los Árabes. De este modo ha podido verse el reflejo del mundo esterior sobre la imaginacion de los pueblos estendidos por el Norte y por el Sud-este de Europa, por el Asia Menor, por las mesetas de la Persia y por las regiones tropicales de la India. Para abarcar toda la Naturaleza, he creido ser necesario contemplarla bajo dos aspectos, y des-

pues de haber observado los fenómenos en su realidad objetiva, mostrarlos reflejándose en los sentimientos de la humanidad.

Luego que hubieron desaparecido las dominaciones aramea, griega y romana, pudiera decir, después que hubo espirado el antiguo mundo, el sublime Creador de un mundo nuevo, Dante Alighieri, revela de vez en cuando una profunda inteligencia de la vida de la tierra, apartándose entonces de sus pasiones y resentimientos místicos que pueblan de fantasmas el vasto círculo de sus ideas. La época de su vida sigue inmediatamente á aquella en que deja de oirse la voz de los Minnesinger de la Suabia.

Para permanecer algun tiempo más en el suelo de Italia, si bien dejando á un lado el frio género pastoril, podemos pasar de los poemas del Dante á los sonetos elegíacos en que Petrarca describe el efecto que produjo en él, después de la muerte de Laura, el gracioso valle de Vaucluse, á las poesías más cortas de Bojardo, amigo de Hércules de Este, y á las estancias que compuso más tarde Victoria Colonna.

En el renacimiento de la literatura clásica, cuando volvió á florecer esta en todos los pueblos, merced á las nuevas relaciones que se establecieron con la Grecia, el cardenal Bembo, ilustrado protector de las artes, amigo y consejero de Rafael, es el primero entre los prosistas que nos ha dejado atractivas descripciones de la Naturaleza. Su diálogo del Etna ofrece un

cuado animado de la distribucion geográfica de las plantas en la pendiente de la montaña, desde las fértiles llanuras de la Sicilia hasta las nieves que coronan los bordes del cráter. En la *Historiæ Venetæ* obra acabada en más avanzada edad, el clima y la vegetacion del nuevo continente están caracterizados de una manera todavía mas pintoresca.

En el momento en que el mundo se encontraba súbitamente en randecido, todo se reunía para llenar el espíritu de magníficas imágenes, y darle una conciencia más alta de las fuerzas humanas. El descubrimiento de América renovó el efecto producido por la conquista macedónica, y ejerció más influencia aun que las cruzadas sobre los pueblos occidentales. Por primera vez el mundo tropical ofrecía reunidos á las miradas de los europeos, la magnificencia de sus fecundas llanuras, todas las variedades de la vida orgánica escalonadas en la pendiente de las cordilleras, y el aspecto de los climas del Norte que parecen reflejarse en las mesetas de Méjico, de la Nueva Granada y de Quito. El prestigio de la imaginacion, sin la cual no puede haber obra humana verdaderamente grande, dá singular atractivo á las descripciones de Colon y de Vespucio. Vespucio al pintar las costas del Brasil, dá pruebas de un conocimiento exacto de los poetas antiguos y modernos. Las descripciones de Colon, cuando traza el dulce cielo de Paria y el vasto rio del Orinoco, que debe

tener su nacimiento á lo que él cree, en el Paraiso, sin que por esto cambie el sitio de esta mansion, están impregnadas de un sentimiento grave y religioso.

En las épocas heróicas de su historia, no se dejaron guiar los portugueses y castellanos únicamente por la sed del oro, como se ha supuesto interpretando mal el espíritu de aquellos tiempos. Todo el mundo se sentía arrastrado hácia los azares de las espediciones lejanas. Los nombres de Haiti, de Cubagua y de Darien, habian seducido las imaginaciones á los comienzos del siglo XVI, como sucedió después de los viajes de Anson y de Cook, con los nombres de Tinian y Otahiti. El deseo de visitar apartados paises bastó para arrastrar á la juventud de la Península española, de Flandes, de Milan y del Sud de Alemania, hácia la cadena de los Andes y las llanuras abrasadoras de Uraba y de Coro, bajo la enseña victoriosa de Cárlos V. Mas tarde, cuando las costumbres se dulcificaron y todas las partes del mundo se abrieron á la vez, aquella inquieta curiosidad se entretuvo por otras causas, tomando una nueva direccion. Encendiéronse los ánimos con apasionado amor por la Naturaleza, dando el ejemplo primero los pueblos del Norte; eleváronse las miras á medida que se ensanchaba el círculo de la observacion científica; y la tendencia sentimental y poética que existía ya en el fondo de los corazones tomó una forma más de-

terminada hácia fines del siglo XV, dando nacimiento á obras literarias desconocidas de los tiempos anteriores.

Si llevamos otra vez nuestras miradas á la época de los grandes descubrimientos que han preparado el nuevo trabajo de los espíritus, las descripciones de la Naturaleza que se nos presentan primeramente, son las que el mismo Colon nos ha legado.

La fisonomía característa de las plantas; la impenetrable espesura de los bosques, la feraz abundancia de las plantas que cubren las riberas pantanosas, los rojos flamencos que, ocupados en pescar por la mañana, animan la embocadura de los rios, llamaban alternativamente la atencion del viejo marino al costear la isla de Cuba, entre las pequeñas islas Lucayas y los Jardinillos, que yo mismo he visitado. Cada nuevo país que descubre le parece más bello que el que ha descrito anteriormente, y duélese de no encontrar palabras con que espresar las dulces sensaciones que esperimenta.

Completamente estraño á la botánica, si bien habíase estendido ya por Europa el conocimiento superficial de los vegetales, merced á la influencia de los médicos árabes y judíos, el mero sentimiento de la Naturaleza le lleva á observar atentamente todo lo que ofrece un aspecto desconocido. En Cuba distingue siete ú ocho especies de palmeras más bellas y más altas que la que produce los dátiles. Comunica á su in-

teligente amigo Anguiera que se ha maravillado de ver en una misma llanura palmeras y pinos agrupados y entremezclados. Examina los vegetales con mirada tan penetrante, que desde luego observa en las montañas de Cibao pinos que, en vez de frutos ordinarios, producen bayas semejantes á las aceitunas del *Alxarafe* de Sevilla.

Vemos aquí, por el Diario de un hombre falto de toda cultura literaria, cuánto poder ejercen sobre un alma sensible las bellezas características de la Naturaleza: la emocion ennoblece el lenguaje. Los escritos del almirante, especialmente los que compuso á la edad de sesenta y siete años al realizar su cuarto viaje y contar su maravillosa vision en la costa de Veragua, son, no más castizos, pero sí más arrebatadores que la novela pastoral de Bocacio, las dos *Arcadias* de Sannasar y de Sidney, el *Salicio* y *Nemoroso* de Garcilaso, ó la *Diana* de Jorge de Montemayor.

Este carácter de verdad que nace de la observacion inmediata y personal, brilla en su más alto grado en la gran epopeya nacional de los portugueses. Siéntese flotar como el perfume de las flores de la India al través de aquel poema escrito bajo el cielo de los trópicos de la gruta de Macao y en las islas Moluscas. Sin detenerme á discutir una opinion aventurada de Fr. Schlegel que considera las *Lusiadas* de Camóens superiores con mucho al poema de Ariosto en cuanto al brillo y riqueza de la imaginacion, puedo

afirmar al menos, como observador de la Naturaleza, que en las partes descriptivas de las *Lusiadas* jamás han alterado en nada la verdad de los fenómenos, ni el entusiasmo del poeta, ni el encanto de sus versos, ni los dulces acentos de su melancolía. Al hacer el arte más vivas las impresiones, ha añadido más bien grandeza y fidelidad á las imágenes, como sucede siempre que bebe en una fuente pura. Camóens es inimitable cuando pinta el cambio perpétuo que se verifica entre el aire y el mar, las armonías que reinan en la forma de las nubes, sus trasformaciones sucesivas y los diversos estados por que pasa la superficie del Océano.

No se muestra Camóens gran pintor únicamente en la descripcion de los fenómenos aislados, sobresale tambien en abarcar las grandes masas de un solo golpe de vista. El canto tercero de su poema reproduce á grandes rasgos la configuracion de Europa, desde las más frias regiones del Norte hasta el reino lusitano, y hasta el estrecho en que Hércules realizó su último trabajo. Por todas partes hace alusion á las costumbres y á la civilizacion de los pueblos que habitan esta porcion del mundo tan ricamente articulada. De la Prusia, la Moscovia y les paises «bañados por las frias aguas del Rhin,» pasa rápidamente á las deliciosas llanuras de la Grecia «que crea los corazones elocuentes y los nobles juegos de la imaginacion.»

Al elogiar á Camóens como pintor marítimo

sobre todo, he querido decir que las escenas de la naturaleza terrestre le habian atraido menos vivamente. Ya Sismondi ha indicado que nada atestigua en su poema que se haya detenido jamás á contemplar la vegetacion tropical y sus formas características: no nombra sino los aromas y las producciones de que el comercio sacaba partido. El episodio de la isla encantada ofrece, en verdad, el más gracioso de todos los paisajes; pero la decoracion se compone, cual conviene á una *isla de Vénus*, los mirtos, cidralimoneros, granados y limoneros de olor, arbustos todos propios del clima de la Europa meridional. Cristóbal Colon, el mayor de los navegantes de su tiempo, sabe gozar mejor de los bosques que las costas limitan, y presta más atencion á la fisonomía de las plantas. Pero Colon escribe un diario de viaje y traza en él las vivas impresiones de cada dia, mientras que la epopeya de Camóens celebra las hazañas de los portugueses. El poeta, habituado á los sonidos armoniosos, no intentó siquiera tomar de la lengua de los indígenas nombres bárbaros para introducir las plantas exóticas en la descripcion de un paisaje que no era, después de todo, sino el fondo del cuadro delante del cual se agitaban sus personajes.

Háse comparado frecuentemente la figura caballeresca de Camóens, con la figura no menos romántica del guerrero español Alonso de Ercilla, que sirvió bajo el reinado de Cárlos V en el

Perú y Chile, y en esas lejanas latitudes cantó las acciones en que él había tomado una parte gloriosa; pero nada hace suponer en toda la epopeya de la *Araucana* que el poeta hubiese observado de cerca la Naturaleza. Los volcanes cubiertos de perpétua nieve, los valles abrasadores á pesar de la sombra de los bosques, los brazos de mar que penetran á lo lejos en las tierras, no le han inspirado casi nada que pueda constituir una imágen. El elogio escesivo que Cervantes hace de Ercilla, cuando pasa revista graciosamente á la biblioteca de Don Quijote, casi no puede esplicarse sino por la ardiente rivalidad que existía entonces entre la poesía española y la poesía italiana; y quizás sea este juicio el que ha engañado á Voltaire como á otros muchos críticos modernos. La *Araucana* es indudablemente un libro en que se respira un noble sentimiento nacional; las costumbres de una tribu salvaje que combate por la libertad están en él descritas calurosamente; pero la diccion es lánguida, recargada de nombres propios y sin rasgo alguno de entusiasmo poético.

Este entusiasmo brilla en cambio en muchas estrofas del *Romancero caballeresco*, en las poesías religiosas y melancólicas de Fray Luis de Leon, y en particular en la composicion que lleva por título *Noche serena*, cuando canta los eternos resplandores del cielo, y por último en las grandes creaciones de Calderon. «En la época mas floreciente de la comedia española,» dice mi

noble amigo Luis Tieck, crítico profundo muy versado en el conocimiento general de la literatura dramática, «hállanse con frecuencia, en Calderon y sus contemporáneos, descripciones deslumbradoras del mar, de las montañas, de los jardines, y de los valles cubiertos de bosques, compuestas en el metro de los romances y de las *canzone;* pero casi siempre están sembrados estos cuadros de rasgós alegóricos y cargados de colores artificiales que nos impiden respirar el aire libre, ver las montañas y sentir la frescura de los valles.

Acercándonos á los tiempos presentes, notamos que, desde la segunda mitad del siglo XVIII, la prosa descriptiva, especialmente, ha adquirido una fuerza y exactitud enteramente nuevas. Aunque el estudio de la Naturaleza aumentado por todas partes haya puesto en circulacion una masa enorme de conocimientos, la inteligente contemplacion de los fenómenos no ha sido sofocada bajo el peso material de la ciencia, en el corto número de hombres susceptibles de entusiasmo; sino que mas bien ha aumentado asimismo esa intuicion espiritual, obra de la espontaneidad poética, á medida que el objeto de la observacion ganaba en elevacion y se estendia; es decir, desde que la mirada ha penetrado más profundamente en la estructura de las montañas, tumbas históricas de las organizaciones que pasaron, y abarcado la distribucion geográfica de los animales y de las plantas, y el paren-

tesco de las razas humanas. Los primeros que han dado un poderoso impulso al sentimiento de la Naturaleza por el atractivo que ofrecian á la imaginacion, y que han puesto al hombre en contacto con la misma Naturaleza, inclinándole, como consecuencia inevitable á remotos viajes, son: en Francia, J. J. Rousseau, Buffon, Bernardino de Saint-Pierre, mi antiguo amigo de Chateaubriand, escritor que aun vive y que cito aquí por escepcion; en las islas Británicas, el ingenioso Playfair; y, por último, en Alemania, Forster, compañero de Cook en su segundo viaje de circunnavegacion, escritor elocuente y dotado de cuantas facultades hacen apto á un hombre para popularizar la ciencia.

Una mayor profundidad de sentimientos, una mayor frescura de impresiones se respira en las obras de J. J. Rousseau, de Bernardino de Saint-Pierre y Chateaubriand. Si recuerdo aquí la seductora elocuencia de Rousseau, las pintorescas descripciones de Clarens y de la Meilleraie, á orillas del lago de Ginebra, es porque en los principales escritos de este herborizador, mas cuidadoso que instruido á decir verdad, escritos que aparecieron veinte años antes que las *Epoques de la nature* de Buffon, el entusiasmo se desborda, lo mismo que en las inmortales poesías de Klopstoch, de Schiller, Gœthe y Byron, y se manifiesta especialmente por la precision y originalidad del lenguaje. Un escritor puede, sin tener á la vista los resultados directos de la

ciencia, inspirar aficion estraordinaria al estudio de la Naturaleza, por el atractivo de sus descripciones poéticas, aunque se refieran á lugares muy circunscritos y conocidos.

En Alemania, como en España y en Italia, no se ha manifestado durante mucho tiempo el sentimiento de la Naturaleza sino bajo la forma artificial del idilio, de la novela pastoral y de la poesía didáctica. Esta senda es la que han seguido largo tiempo Pablo Flemming en su viaje á Persia, Brockes y el tierno Evaldo de Kleist, Hagedorn, Salomon Gessner y uno de los mayores naturalistas del mundo, Haller, cuyas descripciones de lugares tienen cuando menos contornos mas determinados y colores mas distintos. El falso gusto del idilio y de la elegía reinaba entonces, y esparcia sobre las composiciones poéticas una melancolía monótona. En todas aquellas producciones la feliz perfeccion del lenguaje no bastaba á disimular la insuficiencia del asunto, ni aun en el mismo Voss, dotado sin embargo de un alto sentimiento y de un conocimiento exacto de la antigüedad. Solo pasado algun tiempo, ganó el estudio del globo en variedad y profundidad, y cuando las ciencias naturales no se limitaron ya á registrar las producciones curiosas, sino que se elevaron á mas altos horizontes y á comparaciones generales entre las diferentes regiones, pudieron aprovecharse los recursos del lenguaje para reproducir en toda su frescura el animado aspecto de las lejanas zonas.

Remontándonos á la edad media, los antiguos viajeros, tales como Juan Mandeville (1353), Hans Schiltbarger de Munich (1425) y Bernardo de Breytenbach (1486), nos encantan aun por su amable sencillez, por la libertad de su lenguaje, y por la seguridad con que se presentan ante un público poco dispuesto á escuchar sus narraciones, pero que las oia con tanta mayor curiosidad y confianza, cuanto que aun no se avergonzaba de su admiracion y asombro. El interés que inspiraban entonces las narraciones de viajes, era casi de todo punto dramático. La fácil y necesaria introduccion de lo maravilloso en ellas les ha dado un color casi épico. Las costumbres de los pueblos no están espuestas en tales narraciones bajo la forma descriptiva, sino presentadas de relieve por el contacto de los viajeros con los indígenas. Los vegetales carecen aun de nombres y pasan desapercibidos, á no ser que de tiempo en tiempo se señale un fruto de sabor agradable ó de forma estraña, ó bien un árbol sorprendente por las dimensiones estraordinarias de su tronco y de sus hojas. Entre los animales píntanse con preferencia los que se acercaban mas á la forma humana, los mas dóciles ó los mas peligrosos. Los contemporáneos creian todavia en todos los peligros con que se les asustaba, y que muy pocos de entre ellos habian ido á afrontar. Lo largo de las travesías hacia que apareciesen los paises de la India (llamábase así á toda la zona de los trópicos) como apartados á

distancia incalculable. Colon no podia escribir aun fundadamente á la reina Isabel estas palabras: «La tierra no es inmensa; es mucho menor que lo que el vulgo se imagina.»

No puede negarse, segun las consideraciones que preceden, que en los cuentos de los viajeros modernos el elemento dramático está relegado á segundo término, y que en la mayor parte de ellos solo es un medio de ligar unas á otras, á medida que se presentan, observaciones acerca de la naturaleza del pais y de las costumbres de los habitantes. Pero es justo añadir que esta inferioridad está compensada por la abundancia de las mismas observaciones, por la grandeza de las ojeadas generales acerca del mundo, por los laudables esfuerzos intentados para restablecer la verdad de las descripciones, tomando los términos propios del idioma del pais que esplora el viajero. Al progreso de los tiempos debemos el engrandecimiento indefinido del horizonte, la abundancia siempre creciente de las emociones y de las ideas, y la eficaz influencia ejercen recíprocamente las unas sobre las otras. Los mismos que no quieren abandonar el suelo de la pátria, no se satisfacen hoy ya con saber cómo está conformada la corteza terrestre en las zonas mas apartadas, y cuál es la figura de las plantas ó de los animales que las pueblan; es necesario que creen de todo una imágen viviente, y hacerles participar en algun modo de las impresiones que el hombre recibe en cada region del mundo esterior.

He tratado de hacer entender en estas páginas, cómo el talento del observador, la vida que comunica al mundo sensible, y la diversidad de miras que se han producido sucesivamente en el inmenso teatro en que se desarrollan las formas creadoras y destructoras del universo, han podido contribuir á estender el gusto de la Naturaleza y á ensanchar las ciencias de que es objeto. El escritor que ha trillado este camino con mayor poderío y mas felizmente es, en mi juicio, mi ilustre maestro y amigo Jorge Forster.

Si se ha aplicado con frecuencia en mala parte el término de «poesía descriptiva» á las reproducciones de la Naturaleza tan estimadas de los modernos, particularmente entre los Alemanes, los Franceses, los Ingleses y los Americanos del Norte, esta censura no puede recaer sino sobre el abuso que se ha hecho del género, creyendo de buena fé engrandecer el dominio del arte. A pesar del mérito de la versificacion y del estilo, las descripciones de los productos de la Naturaleza, á que consagró Delille el fin de su larga carrera, y que fueron tan aplaudidas, no pueden confundirse con la poesía de la Naturaleza, á poco que se tomen estas palabras en un sentido elevado. Estrañas á toda inspiracion, lo han de ser por consiguiente á toda poesía: son frias y secas como todo lo que brilla con un resplandor prestado. Censúrese, pues, si se quiere, esta poesia descriptiva que tiende á aislarse y á formar un género á parte, pero no se confunda con ella el

sério esfuerzo que han intentado en nuestros dias los observadores de la Naturaleza para hacer comprensibles por medio del lenguaje, es decir, por la fuerza inherente á la palabra pintoresca, los resultados de su fecunda contemplacion. ¿Por qué despreciar un medio que pone á nuestra vista la imágen animada de las remotas regiones esploradas por otros, y nos hace esperimentar una parte del goce que causa á los viajeros la contemplacion inmediata de la Naturaleza? Hay gran sentido en la espresion figurada de los Árabes: «La mejor descripcion es la que convierte en ojos los oidos.»

Repito aquí de intento, que pueden darse á las descripciones de la Naturaleza contornos fijos y todo el rigor de la ciencia, sin despojarlas del soplo vivificador de la imaginacion. Adivine el observador el lazo que une el mundo intelectual al mundo sensible, abarque la vida universal de la Naturaleza y su vasta unidad mas allá de los objetos que mútuamente se limitan, que esta es la fuente de la poesia. Cuanto mas elevado es el asunto tanto mas cuidado debe ponerse en evitar el adorno esterior del lenguaje. El efecto que producen los cuadros de la Naturaleza corresponden á los elementos que los componen; todo esfuerzo y toda aplicacion de parte del que los traza no hará otra cosa que debilitar la impresion que debieran engendrar. Pero si el pintor se ha familiarizado con las grandes obras de la antigüedad, si posee con firmeza los recursos de

su lengua, y sabe espresar con verdad y sencillez cuanto ha esperimentado ante las escenas de la Naturaleza, el efecto no faltará entonces. Tanto mas seguro es el éxito si no analiza sus propias disposiciones en vez de describir la naturaleza esterior, y deja á los demás toda la libertad de sus sentimientos.

INFLUENCIA DE LA PINTURA DE PAISAJE

EN EL ESTUDIO DE LA NATURALEZA.

No es menos á propósito la pintura de paisaje que una descripcion fresca y animada para difundir el estudio de la Naturaleza; pone tambien de manifiesto el mundo esterior en la rica variedad de sus formas, y, segun que abrace mas ó menos felizmente el objeto que reproduce, puede ligar el mundo visible al invisible, cuya union es el último esfuerzo y el fin mas elevado de las artes de imitacion. Mas para conservar el carácter científico de este libro, debo sujetarme á otro punto de vista. Si de la pintura de paisaje ha de tratarse aquí, es únicamente en el sentido de que nos auxilia en la contemplacion de la fisonomía de las plantas en los diferentes espacios de la tierra; porque favorece la aficion á los viajes lejanos, y nos invita de una manera tan

instructiva como agradable á entrar en comunicacion con la naturaleza libre.

En la antigüedad llamada por escelencia antigüedad clásica, las predisposiciones de ánimo particulares á los griegos y á los romanos no consentían que la pintura de paisaje como tampoco la poesía descriptiva, fuesen para el arte un objeto distinto; y de aquí que se tratára á las dos como accesorios. Subordinada la pintura de paisaje á otros fines, no ha sido en mucho tiempo sino un fondo sobre el cual se destacaban las composiciones históricas, ó un adorno accidental en las pinturas murales, no de otra manera el poeta épico hacía visible por medio de una descripcion pintoresca, la escena en que se realizaban los acontecimientos, ó mejor aun, el fondo delante del cual se movian sus personajes.

Es indudable que debió haber en las más antiguas pinturas de Grecia algunos rasgos destinados á caracterizar los lugares, si es verdad que Mandroclos de Samos, segun refiere Herodoto, hizo pintar para el gran rey el paso de los Persas por el Bósforo, y que Polygnoto representó la ruina de Troya sobre los muros de Lesché, templo de Delfos. Entre los cuadros que describe Filostrato el viejo, cita un paisaje en el cual se veia salir el humo de la cima de un volcan, y torrentes de lava que iban á caer en el mar vecino. Segun las congeturas de los más recientes comentadores, otra composicion muy complicada debió llegar á pintarse del natural;

abrazaba siete islas, representando el grupo volcánico de las islas Eolicas ó de Lipari, al norte de la Sicilia. Las decoraciones escénicas destinadas á realzar aun más con nuevo prestigio las obras maestras de Esquilo y de Sófocles, debieron contribuir al aumento paulatino de los límites del arte, haciendo sentir más vivamente la necesidad de imitar, teniendo en cuenta la perspectiva y de una manera propia para reproducir la ilusion, ya un palacio, ya un bosque, rocas y objetos de la misma naturaleza.

Perfeccionada así, merced á las exigencias del arte dramático, la pintura de paisaje pasó del teatro á las habitaciones de los particulares y más tarde tomaron este lujo los romanos de los griegos.

Desde César, la pintura de paisaje llegó á ser en Roma un arte distinto; pero segun todas las muestras que se han obtenido de las escavaciones de Herculano, de Pompeya y de Stabies, las obras de este género apenas si ofrecian otra cosa que planos topográficos de la comarca. Más bien habia el propósito de representar los puertos de mar, las casas de campo ó los jardines artificiales, que no pintar la naturaleza en toda libertad. Los griegos y los romanos solo buscaban en el campo habitaciones cómodas, dejándose impresionar bien poco de las bellezas románticas y salvajes. La imitacion podía ser fiel, en cuanto lo permitían, sin embargo, una indiferencia exajerada por lo comun hácia las reglas

de la perspectiva, y el empeño de sujetarlo todo á un órden convencional.

Hemos hecho ver por qué progresos análogos los dos medios que posee el hombre de hacer revivir la Naturaleza, la palabra inspirada por un lado y por el otro el dibujo, pudieron en la antigüedad clásica conquistar una existencia independiente. Las muestras de paisaje al estilo de Ludio, halladas en las escavaciones de Herculano, tan felizmente proseguidas en estos últimos tiempos, son todas verosímilmente de la última época, y pertenecen al muy corto espacio de tiempo que media entre Neron y Tito.

Si consideramos los procedimientos de ejecucion, la pintura cristiana no cambió de carácter desde Constantino hasta principios de la edad media, y permaneció durante todo este período muy próxima al antiguo arte de los Griegos y de los Romanos. Las miniaturas que adornan suntuosos manuscritos, muchas de las cuales nos han llegado sin alteracion, constituyen un tesoro de antiguos recuerdos, lo mismo que los mosáicos más raros, que datan de la misma época. Desde mediados del siglo VI, cuando Italia cayó en el empobrecimiento y la anarquía, el arte bizantino conservó especialmente un reflejo de la pintura antigua y los tipos persistentes de una época mejor. Las producciones de la escuela bizantina nos conducen por una transicion natural á las creaciones de la segunda mitad de la edad media, cuando el gus-

to por los manuscritos ilustrados se estendió del Bajo-Imperio á las regiones del Occidente y del Norte, á la monarquía de los Francos, á los Anglo-Sajones y á los habitantes de los Paises Bajos. No deja de interesar, con efecto, á la historia del arte moderno observar, como dice Waagen, que los célebres hermanos Hubert y Juan Van Eyck se formaron principalmente en la escuela de los pintores de miniatura establecida en Flandes, que, desde la segunda mitad del siglo XIV, se elevó á tan alto grado de perfeccion.

En los cuadros históricos de los hermanos Van Eyck es donde se admira por vez primera el cuidado puesto en los detalles del paisaje. El museo de Berlin posee dos tablas de una magnífica composicion que los mismos artistas, verdaderos fundadores de la escuela Neerlandesa, pintaron para la catedral de Gante, y que representan anacoretas y peregrinos. Juan Van Eyck adornó el paisaje con naranjos, palmeras y cipreses de maravillosa fidelidad, que destacándose de masas más sombrías dan al conjunto de la composicion un carácter grave y elevado.

Esta obra maestra de los hermanos Van Eyck data de la primera mitad del siglo XV. En esta época la pintura al óleo era todavía un descubrimiento reciente, y comenzaba únicamente á prevalecer sobre las pinturas al temple, por mas que sus procedimientos hubiesen adquirido desde luego gran perfeccion. Una nueva necesidad habíase despertado: tratábase de dar vida á las

formas de la Naturaleza. Para seguir los progresos de este sentimiento debemos recordar de qué modo un discípulo de Van Eyck, Antonello de Messina, introdujo en Venecia el gusto por la pintura de paisaje, y qué influencia ejercieron los cuadros salidos de la misma escuela, hasta sobre Dominico Ghiriandajo y otros maestros de Florencia. En esta época, los esfuerzos se dirijian aun hácia una imitacion minuciosa y servil en demasía. En las obras maestras de Ticiano es donde aparece la Naturaleza por vez primera ámpliamente comprendida y representada á grandes rasgos. Ticiano, sin embargo, habia podido ya tomar por modelo á Giorgione. El sentimiento de la Naturaleza era tan vivo en Ticiano, que no solo en sus más graciosas compociones, sino hasta en los cuadros de un género más severo, parece que al pintar el cielo ó el paisaje que constituye el fondo de los cuadros, tenia á la vista los objetos que reprodujo. Annibal Carrache y el Dominiquino en la escuela bolonesa han dado á sus obras el mismo carácter de elevacion. Si bien el siglo XV fué la época más brillante de la pintura histórica, hasta el siglo XVII no florecieron los grandes pintores de paisaje. A medida que se conocian mejor y se observaban con más atencion las riquezas de la Naturaleza, el dominio del arte iba ensanchándose; y por otra parte se perfeccionaban de dia en dia los procedimientos materiales. Merced á una conciencia más elevada del sentimien-

to de la Naturaleza, el mismo siglo pudo reunir á Cláudio Lorenés, el pintor de los efectos de luz y de los lejos vaporosos; á Ruysdael con sus bosques sombríos y sus amenazadoras nubes; á Gaspard y Nicolás Pussino, que han dado á los árboles un carácter tan imponente y gallardo; á Everdingen, Hobbema y á Cuyp, cuyos paisajes parecen la Naturaleza misma.

En este período, tan feliz para el arte, imitábanse hábilmente los modelos que ofrecia la vejetacion del Norte de Europa, de la Italia meridional y de la península Ibérica. Adornábase el paisaje con naranjos, laureles, pinos y palmeras. Las palmeras de dátiles, única especie de esta noble familia que se conocia hasta entonces además de la llamada Chamærops, especie de palmera enana originaria de las costas de la Europa meridional, eran representadas por lo comun, de una manera convencional, con un tronco cubierto de escamas semejantes á las de las serpientes. Durante mucho tiempo fueron estos árboles los únicos tipos de la vejetacion tropical, como y segun una creencia muy arraigada aun en nuestros dias, el *Pinus pinea* representa por sí solo la vejetacion de Italia. Estudiábanse poco los contornos de las altas cadenas de montañas, pues las cimas coronadas de nieve que se elevan sobre las verdes praderas de los Alpes reputábanse como inaccesibles. Hay, sin embargo, un artista que debe distinguirse de todos los demás, por la variedad de sus fa-

cultades y la libertad de su génio: Rubens, que sumido en el seno mismo de la Naturaleza, abraza todos sus aspectos, representando con una verdad inimitable, en sus grandes cazas, la naturaleza salvaje de animales del bosque, al mismo tiempo que haciéndose paisajista, reproduce con raro acierto la meseta árida y enteramente desierta donde se destaca en medio de las rocas el palacio del Escorial.

Para que la representacion de las formas individuales de la Naturaleza, en lo que se refiere al ramo del arte que nos ocupa, pudiese adquirir mayor variedad y exactitud, era preciso que se hubiera agrandado el círculo de los conocimientos geográficos; que se facilitaran los viajes á las regiones lejanas, y que se ejercitase el sentimiento en comprender las diferentes bellezas de los vejetales y caractéres comunes que los agrupan en familias naturales. Los descubrimientos de Colon, de Vasco de Gama y de Alvarez Cabral en el centro de América, en el Asia meridional y en el Brasil; la estension dada al comercio de especies y sustancias medicinales, que hacian con las Indias los Españoles, los Portugueses, los Italianos y los Holandeses; el establecimiento de jardines botánicos en Pisa, Pádua y Bolonia desde 1544 á 1568, aunque sin el útil accesorio de las estufas, todas estas causas juntas familiarizaron á los pintores con las formas maravillosas de un gran número de producciones exóticas, y les dieron alguna idea del mundo tropical.

El hombre que sensible á las bellezas naturales de las comarcas cortadas por montañas, rios y bosques, ha recorrido por sí mismo la zona tórrida, y contemplado la riqueza y variedad infinita de la vejetacion, no solamente en las costas habitadas sino que tambien en los Andes cubiertos de nieve, en la pendiente del Himalaya y de los montes Nilgherry en el reino de Mysore; el que haya recorrido los bosques vírgenes que se encierran en la cuenca comprendida entre el Orinoco y el rio de las Amazonas; ese solo puedé comprender cuan ilimitado campo está abierto todavía á la pintura de paisaje entre los trópicos de ambos continentes, en los archipiélagos de Sumatra, Borneo y las Filipinas, y cómo las admirables obras concluidas hasta hoy no pueden compararse con los tesoros que tiene reservados la Naturaleza para los que quieran hacerse dueños de ellos.

Hasta ahora solo han sido visitadas esas magníficas regianes por algunos viajeros que carecian de una preciosa y larga esperiencia de las artes, y cuyas ocupaciones científicas no les permitian espacio para perfeccionar su talento de paisajistas. Muy corto número de ellos, llevados por el interés que ofrecen á la botánica esas formas nuevas de frutos y flores, podian espresar la impresion general producida por el aspecto de los trópicos. Los artistas encargados de acompañar á las grandes espediciones enviadas á esas comarcas á espensas del Estado,

eran por lo comun escogidos á la casualidad, y no se tardaba en reconocer su insuficiencia. Aproximábase el fin del viaje y los más hábiles de entre ellos á fuerza de contemplar las grandes escenas de la Naturaleza y de ensayarse en su reproduccion, empezaban entonces á adquirir algun talento de ejecucion. Es preciso decirlo tambien, los viajes denominados de circunnavegacion ofrecen á los artistas raras ocasiones de penetrar en los bosques, llegar al curso de los grandes rios y trepar á los vértices de las cadenas interiores de las montañas.

Un gran acontecimiento, la emancipacion de las posesiones españolas y portuguesas de América, y el adelanto de la civilizacion en la India, en la Nueva Holanda, islas de Sandwich y colonias meridionales de Africa, deben sin duda alguna, no solo facilitar los progresos de la meteorologia y de todas las ciencias de que se compone el conocimiento de la Naturaleza, sino que tambien dar á la pintura de paisage un carácter más elevado y un vuelo que no hubiera podido tomar sin los cambios sobrevenidos en estas regiones.

Todo lo que en el arte toca á la espresion de las pasiones y á la belleza de las formas humanas, ha podido recibir su última realizacion en los paises más próximos al Norte, donde reina un clima templado, bajo el cielo de Grecia y de Italia. Penetrando en las profundidades de su ser, y contemplando en sus semejantes los ras-

gos comunes de la raza humana, es como el artista, creador é imitador á la vez, evoca los tipos de sus composiciones históricas. La pintura de paisage no es tampoco puramente imitativa; tiene, sin embargo, un fundamento más material y hay en ella algo más terrestre. Exige de los sentidos una variedad infinita de observaciones inmediatas, que debe asimilarse el espíritu para fecundizarlas con su poder y darlas á los sentidos bajo la forma de una obra de arte. El gran estilo de la pintura de paisage es el fruto de una contemplacion profunda de la Naturaleza y de la transformacion que se verifica en el interior del pensamiento.

Cada rincon del globo es, sin duda alguna, un reflejo de la Naturaleza entera. Las mismas formas orgánicas se reproducen sin cesar, y se combinan de mil maneras. Las regiones heladas del Norte se reaniman durante meses enteros. Cúbrese la tierra de yerbas; despléganse las plantas como en los Alpes; y el cielo aparece sereno y puro. Familiarizada únicamente con las formas simples de la flora europea, y un pequeño número de plantas naturalizadas en nuestras comarcas, la pintura de paisage, merced á la profundidad de los sentimientos y á la fuerza de la imaginacion que animaba á los artistas, pudo desempeñar su graciosa tarea. En esta limitada carrera, pintores eminentes, tales como los Carrachios, Gaspar Pusino, Claudio Lorenés y Ruysdael, encontraron bastante espacio para produ-

cir las creaciones más diversas y encantadoras, mezclando hábilmente todas las formas de árboles conocidos y los efectos tan variados de la luz.

Séame permitido recordar aquí las consideraciones que desenvolví, hace cerca de medio siglo en la obra titulada *Cuadros de la Naturaleza*, consideraciones que se relacionan estrechamente con el asunto de que trato en este momento. El hombre que puede abarcar de una mirada la Naturaleza, hecha abstraccion de los fenómenos parciales, reconoce los progresos en cuya virtud se desarrollan su vida y fuerza orgánica, á medida que el calor aumenta desde los polos al ecuador. Este progreso es menos sensible aun desde el Norte de Europa hasta las costas del Mediterráneo, que desde la península Ibérica, la Italia meridional y la Grecia al mundo de los trópicos. Flora ha estendido su tapiz sobre la tierra desigualmente tejido; más espeso en aquellos parajes en que el sol domina á la tierra desde mayor altura y brilla en el profundo azul del cielo ó en medio de vapores trasparentes, lo es menos en las sombrías regiones del Norte, donde la repentina vuelta de los hielos no deja tiempo de brotar al boton, y sorprende á los frutos antes de su madurez. En el país de las palmeras y de los helechos arborescentes, en vez de los tristes líquenes ó de los musgos que cubren la corteza de los árboles hácia las regiones glaciales, el cimbidio y la olorosa vainilla se suspenden al tronco de los anacardios y de

higueras gigantescas. El fresco verdor del draconcio y las hojas profundamente cortadas del *pothos*, contrastan con las brillantes flores de las orquideas. Las bauhinia trepadoras, las pasifloras y los banisteros de flores de oro enlazan á los árboles del bosque, y se lanzan á lo lejos por los aires; tiernas flores salen de las raices del teobroma y de la ruda corteza de los crescentia y de los gustavia. En medio de este lujo de vegetacion, en la confusion de estas plantas trepadoras, el observador reconoce difícilmente muchas veces á qué tronco pertenecen las flores y las hojas. Un solo árbol entrelazado de paulinia bignonia y de dendróbio ofrece reunidas en algunas ocasiones porcion de plantas que, separadas unas de otras, bastarian para cubrir un considerable espacio de terreno.

Cada parte de la tierra, sin embargo, tiene tambien sus bellezas propias. En los trópicos, la diversidad y la elevacion de las formas vegetales; en el Norte, el aspecto de las praderas, y, después de una larga espera, el despertar de la Naturaleza al primer soplo de la Primavera. Tanto como los plátanos, de la familia de las musáceas, el follaje se desplega y se desarrolla, otro tanto se contrae y aprieta en las casuarinas y en los árboles de hoja acicular. Los pinos, los tuya y los cipreces, forman una familia propia de los climas del Norte; rara vez se hallan formas análogas en las llanuras de los trópicos. El follage eternamente verde

de estos árboles reanima las comarcas glaciales y desiertas, recordando á los pueblos septentrionales que si la nieve y los hielos cubren la superficie de la tierra, la vida interior de la vegetacion, como el fuego de Prometeo, no puede estinguirse en nuestro planeta.

A pesar del estado poco satisfactorio en que han permanecido hasta ahora los grabados que acompañan y aun afean frecuentemente nuestras relaciones de viajes, no han contribuido poco, sin embargo, á dar á conocer la fisonomía de las zonas lejanas, á estender la aficion á los viajes por las regiones tropicales, y á estimular activamente el estudio de la Naturaleza. Las decoraciones de los teatros, los panoramas, los dioramas, neoramas y toda la pintura de grandes dimensiones, tan perfeccionada en nuestros dias, han hecho más general y más fuerte la impresion producida por el paisage. Vitruvio y el gramático Julio Polux nos han descrito las decoraciones campestres que servían para la representacion de las piezas *satíricas*. Mucho tiempo después, hácia la mitad del siglo XVI, el establecimiento de los bastidores, debido á Sérlio, favoreció mucho la ilusion; pero hoy después de los admirables perfeccionamientos que Prévost y Daguerre han dado á la pintura circular de Parker, puede uno casi dispensarse de viajar por lejanos climas. Los panoramas circulares prestan más servicios que las decoraciones de teatro; porque el espectador, encantado

en medio de un círculo mágico y al abrigo de importunas distracciones, se cree rodeado por todas partes de una naturaleza desconocida, y conserva recuerdos que después de algunos años se confunden con la impresion de las escenas de la Naturaleza que haya podido ver realmente. Hasta el presente, los panorámas, que no pueden producir ilusion, sino á condicion de tener un gran diámetro, más bien han representado ciudades y lugares habitados, que las grandes escenas en que la Naturaleza despliega su salvaje abundancia y toda la plenitud de la vida. Estudios característicos hechos en las laderas escarpadas del Himalaya y de las Cordilleras, ó en medio de los rios que surcan las comarcas interiores de la India y de la América meridional, producirían un efecto mágico si se cuidase sobre todo de rectificarlos segun imágenes sacadas al daguerreotipo, escelente para reproducir, no la espesura del follage, sino los troncos gigantescos de los árboles y la direccion de sus ramas. Todos estos medios, cuya enumeracion no podemos omitir en un libro tal como el *Cosmos*, son muy apropósito para propagar el estudio de la Naturaleza; é indudablemente se conocería y sentiría mejor la grandeza sublime de la creacion, si en las grandes ciudades junto á los museos, se abriesen libremente á la poblacion panoramas con cruadros circulares que representasen sucesivamente paisajes sacados en diferentes grados de longitud y latitud. Multi-

plicando los medios con cuyo auxilio se reproduce bajo imágenes espresivas el conjunto de los fenómenos naturales, es como mejor se familiariza á los hombres con la unidad del mundo, haciéndolos sentir más vivamente el armonioso concierto de la Naturaleza.

DESARROLLO PROGRESIVO

DE LA IDEA DEL UNIVERSO.

La historia de la Contemplacion física del Mundo es la historia del conocimiento de la Naturaleza tomada en su conjunto; es el cuadro del trabajo de la humanidad que intenta abarcar la accion simultánea de las fuerzas que obran en la tierra y en los espacios celestes, tiene, pues, por objeto esta historia la descripcion de los progresos sucesivos, en cuya virtud las observaciones van tendiendo á generalizarse más y más. Ocupa tambien un lugar en la historia del mundo intelectual, en tanto que la inteligencia se aplique á los objetos sensibles, al desarrollo orgánico de la materia aglomerada y á las fuerzas que guarda en su seno.

El mejor medio de dar una idea de la naturaleza de las cosas que deben tener lugar en este cuadro, es citar algunos ejemplos. A la historia del mundo pertenecen los descubrimientos del

microscopio compuesto, del telescopio y de la polarizacion de la luz, porque han suministrado los medios de conocer lo que es comun á todos los organismos, de penetrar en los más remotos espacios del cielo, y de distinguir la luz propia de la luz reflejada, es decir, de reconocer si la luz solar emana de un cuerpo sólido ó de una envuelta gaseosa. Por el contrario, la enumeracion de los ensayos que desde Huyghens nos han conducido sucesivamente al descubrimiento de Arago sobre la polarizacion coloreada, debe reservarse para la historia de la Optica. Así mismo es preciso dejar á la historia de la fitognosía ó botánica el desarrollo de los principios segun los cuales la innumerable masa de los vegetales puede dividirse en familias; mientras que la geografía de las plantas, es decir, la distribucion local y climatológica de los vegetales que cubren todo el globo, comprendiendo las algas que guarnecen la cuenca de los mares, forma una division importante en un ensayo histórico sobre el desarrollo de la idea del Universo.

Ante todo, es preciso distinguir cuidadosamente los presentimientos que anteceden á la ciencia, de la ciencia misma. A medida que la raza humana avanza en cultura, muchas cosas pasan del primer estado al segundo, y esta transformacion oscurece la historia de los descubrimientos. Basta, por lo comun, que se liguen una á otra en el espíritu, las investigaciones anteriores, para sentirse animado, sin darse perfec-

ta cuenta de ello, de una fuerza que guía y fecundiza á la facultad adivinatriz.

Puesto que la historia de la Contemplacion física del mundo es, segun la hemos definido, la historia de la idea de la unidad aplicada á los fenómenos y á las fuerzas simultáneas del Universo, el método de esposicion en un libro de este género debe consistir en la enumeracion de los medios en cuya virtud se ha revelado sucesivamente la unidad de los fenómenos. Bajo este punto de vista distinguimos: 1.° el libre esfuerzo de la razon elevándose al conocimiento de las leyes de la Naturaleza, es decir, la observacion razonada de los fenómenos naturales; 2.° los acontecimientos que han ensanchado súbitamente el campo de la observacion; 3.° el descubrimiento de instrumentos propios para facilitar la percepcion sensible. Las fases esenciales de la historia del Cosmos deben determinarse segun esta triple consideracion. A fin de hacernos comprender mejor, vamos á caracterizar de nuevo, auxiliándonos de algunos ejemplos, la diversidad de medios por los cuales ha llegado la humanidad progresivamente á la posesion intelectual de una gran parte del Universo. Citaremos ejemplos tomados de las tres clases que acabamos de distinguir.

Remontándonos á la física más antigua de los helenos, el conocimiento de la Naturaleza estaba sacado de las profundidades de la inteligencia, y resultaba más bien de contemplaciones in-

teriores, que de la percepcion de los fenómenos. La filosofía natural de la escuela jónica, está fundada en la investigacion del orígen de las cosas y la transformacion de una sustancia única. En el simbolismo matemático de Pitágoras y de sus discípulos, en sus consideraciones sobre el número y la forma, descúbrese, por el contrario, una filosofía de la medida y de la armonía. Aplicada esta escuela á buscar por todas partes el elemento numérico tiene (por una especie de predileccion hácia las relaciones matemáticas que ha podido recoger en el espacio y en el tiempo), fijó, por decirlo así, la base sobre que debian levantarse nuestras ciencias esperimentales. La historia de la Contemplacion del Mundo, tal como yo la comprendo, no se detiene tanto en pintar las frecuentes oscilaciones entre la verdad y el error, cuanto los pasos decisivos que se han dado en la senda de la verdad, y los felices esfuerzos intentados para considerar en su verdadera luz las fuerzas terrestres y el sistema planetario. Ella nos demuestra que si Platon y Aristóteles se representaban la Tierra sin rotacion ni revolucion, y como suspendida en su inmovilidad en medio del mundo, la escuela de Pitágoras, segun Filolao de Crotona, aunque no sospechase la rotacion de la tierra, enseñaba al menos el movimiento circular que describe en torno del *foco del mundo* ó fuego central (Hestia). Hicetas de Siracusa, que se remonta por lo menos más allá de Teofrasto, Heraclides de Ponto,

y Ecfanto, conocian la rotacion de la tierra; pero Aristarcos de Samos, y sobre todo Seleuco de Babilonia, fueron los primeros que siglo y medio después de Alejandro combinaron el movimiento de la tierra sobre sí misma, con la órbita que traza alrededor del sol, como centro de todo sistema planetario. Si la creencia en la inmovilidad del globo reapareció en los tenebrosos tiempos de la edad media, merced á la influencia dominante del sistema de Tolomeo; y si ya en el siglo VI de nuestra era Cosmas Indopleustes había recurrido al disco de Tales, para dar una idea de la forma de la tierra, es justo decir tambien que cerca de cien años antes de Copérnico, el cardenal aleman Nicolás de Cusa tuvo bastante valor é independencia para proclamar de nuevo el doble movimiento de nuestro planeta. Después de Copérnico, el sistema de Tycho fué indudablemente un paso atrás, aunque no se detuvo la marcha por mucho tiempo. Desde que se hubo reunido una masa considerable de observaciones exactas, á lo que contribuyó poderosamente el mismo Tycho, no podía tardar la verdad en resplandecer. Por lo que precede se vé, que el período de las oscilaciones en el conocimiento del mundo ha sido principalmente el de la adivinacion y de los delirios filosóficos sobre la Naturaleza.

Después de la observacion directa y del trabajo del pensamiento, que debían tener por efecto inmediato el de llegar al conocimiento más

exacto de la Naturaleza, hemos indicado, como segunda division, los grandes acontecimientos que han podido descubrir más espacioso horizonte á la vista de los observadores. No es preciso en estas consideraciones históricas presentar el encadenamiento de todos los hechos; basta para la historia del Cosmos recordar en cada época los acontecimientos que más han influido en el trabajo intelectual de la humanidad, y han permitido abarcar mejor la Naturaleza. Bajo este punto de vista, los acontecimientos más considerables para los pueblos situados alrededor de la cuenca del Mediterráneo, son: el viaje de Colæus de Samos al otro lado de las columnas de Hércules; la espedicion de Alejandro á la península de la India del lado de acá del Ganges; la dominacion de los romanos; los progresos de la civilizacion árabe, y el descubrimiento del nuevo continente.

La historia de la Contemplacion del Mundo, fundada, en la observacion reflexiva de los fenómenos naturales, en un encadenamiento de hechos considerables y en los inventos que han ensanchado el círculo de la percepcion sensible, no puede presentarse aquí, aun limitándose anticipadamente á los rasgos principales, sino de una manera rápida é incompleta. Sin embargo, me lisonjeo con la esperanza de que este ligero bosquejo, pondrá al lector en estado de comprender más fácilmente el espíritu con que podría llenarse algun dia un cuadro tan difícil de trazar.

De la misma manera que el conocimiento del Mundo ha comenzado por una especie de intuicion adivinatriz y algunas observaciones positivas sobre partes aisladas del dominio de la Naturaleza, así tambien creemos deber tomar como punto de partida, en esta narracion, un espacio limitado de la tierra. Escojeremos aquella cuenca á cuyo alrededor se han agitado los pueblos cuyos conocimientos han sido el fundamento más real de nuestra civilizacion occidental, la única quizás en que no hayan sufrido interrupciones los progresos. Seguirse pueden las grandes corrientes que han llevado al Oeste de Europa los elementos de la civilizacion y de un conocimiento más general de la Naturaleza; pero es imposible reconocer en la multiplicidad de estas corrientes una fuente primitiva. Las miras profundas sobre el conjunto de las fuerzas naturales y el sentimiento de su unidad, no son el privilegio de lo que se llama un pueblo primitivo, denominacion dada, segun los sistemas históricos que han dominado alternativamente, ya á una raza semítica situada en la parte septentrional de Caldea, en el país de Arpaxad, (la Arrapachitis de Tolomeo, ya á la raza de los indios y á la de los iranios encerrada en el país de Zend, entre el Oxo y el Iaxarte. La historia, en cuanto se apoya en testimonios humanos, no reconoce pueblos originarios ni asiento primordial de la civilizacion; no admite esa física primitiva, ni esa ciencia revelada de la Naturaleza, que fué sofocada

más tarde por las tinieblas de la barbárie y del pecado. En una remota antigüedad, en el límite del horizonte que puede descubrir la verdadera ciencia histórica, vénse ya brillar simultáneamente, como puntos luminosos, grandes centros de cultura irradiando los unos hácia los otros: el Egipto, cuyo resplandor se remonta por lo menos á cincuenta siglos antes de nuestra era; Babilonia, Nínive, Cachemira, el Iran y la China, desde la primera colonia que de la vertiente noroeste de Kuenlun se transportó al valle regado por el curso inferior del Hoangho. Esos puntos centrales nos recuerdan involuntariamente las grandes estrellas que fulguran en el firmamento, soles eternos de los espacios celestes cuya fuerza luminosa conocemos, sin poder medir, escepto un pequeño número de ellos, la distancia relativa de nuestro planeta.

La hipótesis de una física primitiva revelada á la primera raza humana de una ciencia de la Naturaleza propia á los pueblos salvajes y que la civilizacion no hubiera hecho sino oscurecer, entra en una esfera de conocimientos, ó, más bien, de creencias, que debe permanecer estraña al objeto de este libro. Sin embargo, se encuentra ya profundamente arraigada esta creencia en los dogmas más antiguos de la India, en la doctrina de Crischna: «Es probable que la verdad estuviese originariamente depositada entre los hombres; pero poco á poco se adormeció y fué olvidada. El conocimiento reaparece como un re-

cuerdo.» Dejamos con gusto indecisa la cuestion de saber si todas las razas llamadas hoy salvajes se hallan efectivamente en el estado de rudeza natural y originaria, ó si un gran número de entre ellas no son, como muchas veces se ha podido conjeturar por la estructura de su lengua, razas convertidas en salvajes, y como restos dispersos librados del naufragio en que acaso pereciera prematuramente una primera civilizacion. Observando mas de cerca lo que hemos convenido en llamar hombres de la Naturaleza, no se descubre en ellos nada de esa pretendida superioridad en el conocimiento de las fuerzas terrestres que por amor á lo maravilloso se atribuye á los pueblos no civilizados. El sentimiento confuso de la unidad que une entre sí á todos los poderes de la Naturaleza, puede indudablemente espantar la imaginacion en el estado salvaje, pero tal sentimiento no tiene nada de comun con los esfuerzos intentados para llegar á una concepcion clara del conjunto de los fenómenos. Los puntos de vista verdaderamente generales sobre el mundo no pueden resultar sino de la observacion y de combinaciones intelectuales, y es preciso que estén preparadas por un largo contacto de la humanidad con el mundo esterior. No son tampoco la obra de una sola raza, sino el fruto de comunicaciones recíprocas y del comercio que se establece entre todos los pueblos, ó al menos entre gran número de ellos.

Ya hemos observado que en razon de la mis-

ma multiplicidad de las corrientes que han transportado los elementos de la ciencia de la Naturaleza y en el transcurso de los siglos los han repartido desigualmente por la superficie del globo, conviene tomar por punto de partida en la historia de la Contemplacion del Mundo un solo grupo de pueblos, y escoger aquel donde se encuentre el gérmen de toda nuestra civilizacion occidental. La cultura intelectual de los Griegos y de los Romanos puede parecer sin duda alguna muy reciente si se la compara con la del Egipto, la China y la India; pero á despecho de las revoluciones y de la mezcla de las naciones invasoras, los elementos estraños que les afluyeron del Oriente y del Mediodia se han reproducido sin interrupcion en el suelo europeo, juntamente con los resultados de su civilizacion indígena. En aquellos paises en que se habian estendido numerosos conocimientos muchos miles de años antes, ó bien la barbarie lo arrojó todo en las tinieblas, ó bien, conservando las naciones las costumbres antiguas é instituciones politicas, complejas é invariables como en la China, se han detenido por completo en la senda de las ciencias y de las artes industriales, llegando á ser estrañas á esas comunicaciones de pueblo á pueblo, sin las cuales no se pueden formar las ideas generales. Merced al desarrollo inmenso de su navegacion, los pueblos europeos y los que originarios de la Europa han pasado á otros continentes, se hallan presentes, por de-

cirlo así, en todas partes, mostrándose á la vez en los mares y en las costas mas lejanas, pudiendo amenazar al menos las regiones que no poseen. En su ciencia, cuyo patrimonio se ha trasmitido sin interrupcion, y en su nomenclatura científica, hallamos las huellas de los numerosos caminos á través de los cuales penetraron en los mismos pueblos importantes inventos, ó á lo menos sus gérmenes; huellas que son como otros tantos jalones en la historia de la humanidad.

Despues que la civilizacion abandonó sus mansiones primeras, situadas entre los trópicos ó en las zonas subtropicales, escogió esta parte del mundo cuyas regiones septentrionales son menos frias que las del Asia ó América, colocadas á iguales latitudes. Las condiciones físicas de Europa han opuesto á los progresos de la civilizacion menos obstáculos que Asia y África, en donde vastas cadenas de montañas paralelas, mesetas y mares de arena forman límites difíciles de franquear. Partiremos, pues, para esponer en sus fases principales la historia de la Contemplacion del Mundo, del rincon de la tierra que por sus relaciones topográficas y su sitio en el globo ha favorecido mas las comunicaciones entre los pueblos y el engrandecimiento de las miras cósmicas que de ellas resultaron.

CUENCA DEL MAR MEDITERRÁNEO.

Platon deja entrever un profundo sentimiento de la grandeza del mundo cuando indica en los siguientes términos en el *Phedon* los estrechos límites del mar Mediterráneo: «Nosotros todos, los que llenamos el espacio comprendido entre el Phaso y las columnas de Hércules, no poseemos sino una parte de la tierra, agrupados alrededor del mar Mediterráneo como hormigas ó ranas alrededor de un pantano.» La estrecha cuenca en cuyas orillas hicieron florecer una brillante civilizacion los Egipcios, los Fenicios y los Griegos, ha sido el punto de partida de los acontecimientos mas considerables. De allí salieron las colonias que han poblado vastas comarcas en África y Asia, y las espediciones marítimas, por cuyo medio se descubrió todo un nuevo continente occidental.

El mar Mediterráneo ha conservado en su

forma actual la huella de una division anterior en tres cuencas cerradas que se limitaban entre sí. La cuenca del mar Egeo está limitada al Sud por el arco de círculo que forman, á partir de las costas de la Caria, las islas de Rodas, de Creta y de Citeres (Cerigo), y que viene á morir en el Peloponeso, no lejos del promontorio Malea. Mas al Oeste se halla el mar Jónico ó la cuenca de las Sirtes, que encierra la isla de Malta. La punta occidental de la Sicilia no dista de las costas de África mas que 89 miriámetros; y la súbita aparicion, aunque rápidamente desvanecida, de la isla volcánica Ferdinandea, que surgió del fondo del mar en 1831, al Sud oeste de las rocas calcáreas de Sciacca, atestigua un esfuerzo de la Naturaleza para cerrar de nuevo la cuenca de las Sirtes entre el cabo Grantola, el banco de Aventura reconocido por el capitan Smith, la isla Pantellaria y el cabo Bon, y para separar esta cuenca de la tercera, formada por el mar Tirreno. La cuenca del mar Tirreno recibe las olas del Océano que penetra á través del estrecho de Gibraltar, y comprende la Cerdeña, las islas Baleares y el pequeño grupo volcánico de las Columbradas españolas.

Esta division del mar Mediterráneo en tres cuencas debió contener en un principio el vuelo de los viajes de descubrimientos emprendidos por los Fenicios y los Griegos; mas tarde, por el contrario, los ha favorecido. Los Griegos permanecieron largo tiempo encerrados en el mar

Egeo y en el de las Sirtes. En los tiempos homéricos, el continente de Italia era todavía *una tierra desconocida.* Los Focenses fueron los primeros que abrieron el mar Tirreno, al Oeste de Sicilia; algunos navegantes que se dirigian á Tarteso tocaron en las columnas de Hércules. Es preciso no olvidar que Cartago estaba situado en el límite del mar Tirreno y de la cuenca de las Sirtes.

La ribera septentrional del mar Mediterráneo tiene la ventaja, señalada ya por Eratóstenes, segun cuenta Estrabon, de estar mas dividida y mas ricamente articulada que la costa de África. Tres penínsulas se destacan de ella: España, Italia y Grecia, que, cortadas por gran número de golfos, forman con las islas y costas vecinas estrechas lenguas de mar y tierra. Esta disposicion del continente y de las islas que han sido separadas de él violentamente, ó levantadas por la fuerza de los volcanes, á lo largo de las grietas de que está el globo surcado, han engendrado desde luego consideraciones geológicas sobre el agrietamiento de los terrenos, los temblores de tierra y el travasamiento de las aguas mas altas del Océano á cuencas del nivel inferior. El Ponto, los Dardanelos, el estrecho de Gades y el Mediterráneo con sus innumerables islas, eran muy á propósito para llamar la atencion acerca de este sistema de esclusas naturales.

Lo que ha habido de mas eficaz en la influencia ejercida por la situacion geográfica del Me-

diterráneo sobre las relaciones de los pueblos y sobre esta conciencia de sí mismo á que se ha elevado sucesivamente el mundo, es la proximidad del continente oriental, proyectándose hácia delante por la península del Asia Menor; es el gran número de islas que pueblan el mar Egeo y que han sido como un puente arrojado al paso de la civilizacion; es, en fin, el largo surco escavado entre la Arabia, el Egipto y la Abisinia, en el cual bajo el nombre de golfo Arábigo ó mar Rojo, penetra el Océano Indico, separado únicamente por un istmo estrecho del Delta del Nilo y de las costas que limitan el Mediterráneo al Sud-este. Estas relaciones topográficas facilitaron el desarrollo del poder fenicio, y mas tarde del helénico; apresuraron el vuelo de las ideas, viéndose los recursos que el mar ofrece como elemento de aproximacion de los pueblos. En Egipto, en las orillas del Eufrates y del Tigris, en la Pentapotamia india y en la China, en todas las comarcas donde primitivamente apareció la civilizacion, la vemos que sigue al curso de los grandes rios que las atravesaban; no sucedió lo mismo en la Fenicia ni la Grecia. La actividad de los Griegos, el instinto que los llevaba á todos y particularmente á la raza jónica, á las empresas marítimas, pudo satisfacerse libremente, merced á la distribucion maravillosa de la cuenca del Mediterráneo y á las comunicaciones de este mar con el Océano por el Sud y el Oeste.

Despues de haber descrito el lugar de la escena, dispuesta de tal manera que los elementos de que se formó la civilizacion de los Griegos y su ciencia geográfica, debian afluir allí naturalmente de todas partes, debemos sin demora caracterizar á los pueblos que, situados en las costas del Mediterráneo, podian gloriarse de una antigua y brillante cultura, es decir, á los Egipcios, á los Fenicios con sus colonias estendidas por el Norte y Oeste del África, y á los Etruscos. Las emigraciones y el comercio son las causas que mas han influido en el desarrollo de aquellos pueblos. A medida que el descubrimiento de los monumentos y de las inscripciones, como el estudio mas filosófico de las lenguas, han ensanchado en estos últimos tiempos nuestro horizonte histórico, se han comprendido mejor las influencias complejas y múltiples que ejercieron sobre los Griegos los pueblos del Asia hasta el Eufrates, y en particular los Licios y los Frigios, unidos por comun orígen con los habitantes de la Tracia.

Segu Lepsius, cuyos últimos descubrimientos, resultado de la importante espedicion que tanta luz ha derramado sobre toda la ciencia de la antigüedad, el valle del Nilo, que ha jugado tan gran papel en la historia de la humanidad, contiene figuras auténticas de reyes que se remontan hasta el principio de la cuarta dinastía de Maneton. Esta dinastía, que comprende á los constructores de las grandes pirámides de Giseh,

Chephren ó Schafra, Cheops-Chufu, y Menkera ó Mencheres, comienza más de 3,400 años antes de la Era cristiana, veinte y tres siglos antes de la invasion dórica de los Heráclidas en el Peloponeso. Lepsius considera las pirámides de piedra de Dahschur, situadas un poco al Sud de Giseh y de Sakara, como obra de la tercera dinastía.

Despertada bien pronto la civilizacion á orillas del Nilo por las necesidades del espíritu, por la conformacion particular del país y por las instituciones sacerdotales y políticas, aunque contenida al mismo tiempo en su desarrollo, impulsó á los pueblos, allá como en todas partes, á ponerse en contacto con las naciones estranjeras, á emprender espediciones lejanas y á fundar ciudades. Sin embargo, las indicaciones que nos suministran la historia y los monumentos solo atestiguan conquistas pasajeras en el Continente y una marina poco considerable, á lo menos si nos concretamos á la que propiamente pertenecia al Egipto. Esta antigua y poderosa nacion no parece haber ejercido en el esterior una influencia tan duradera como otras razas menos numerosas, pero más activas. El largo trabajo de su civilizacion nacional, más provechoso á las masas que á los individuos, fué circunscrito á determinados límites, y debió, por lo tanto, contribuir poco al engrandecimiento de las miras generales sobre el mundo. Ramsés Meiamun, que reinó de 1288 á 1322 antes de Je-

sucristo, seis siglos antes de la primera Olimpiada, emprendió lejanas espediciones. Recorrió, segun Herodoto, la Etiopía, dejando allí monumentos de los cuales los más apartados hácia el Mediodia se encuentran, segun Lepsius, en el monte Barkal; atravesó la Palestina de Siria, y despues, pasando del Asia Menor á Europa, visitó á los Escitas, á los Tracios, y llegó hasta Cólquida y las orillas del Phaso, en donde se detuvieron estenuados parte de los soldados que le acompañaron en su marcha. En opinion de los sacerdotes, Ramsés ya antes de esta campaña habia costeado en largas naves las riberas del mar Eritreo y subyugado á los pueblos que las habitan, hasta que adelantando más halló un mar que no era navegable á causa de los bajíos. Diodoro afirma que Sesoosis (Ramsés el Grande) penetró en la India hasta más allá del Ganges, y trajo prisioneros de Babilonia. «El único hecho averiguado, añade Lepsius, en lo que se refiere á la antigua navegacion de los Egipcios, es que no se limitaron estos al Nilo, y recorrieron el golfo Arábigo. Las célebres minas de cobre situadas cerca de Uadi-Magara, en la península de Sinaí, estaban ya en esplotacion en tiempo de la cuarta dinastía, bajo Cheops-Chufu. Hasta la sesta dinastía las inscripciones se estendieron en el país comprendido entre Hamamet y el camino de Cosseir, que une al valle del Nilo con la costa occidental del mar Rojo. En la época de Ramsés II se intentó construir el canal

de Suez, sin duda para facilitar las comunicaciones con la parte de la Arabia de donde provenia el cobre.» Empresas más vastas fueron confiadas á buques fenicios, tales como el viaje de circunnavegacion verificado por Neko II alrededor del África (611-595 antes de Jesucristo), viaje con frecuencia puesto en duda, y que á mis ojos no tiene nada de inverosímil. Hácia el mismo tiempo, un poco antes, en la época del padre de Neko, Psammitico (Psemetek), y algo más tarde, despues de terminada la guerra civil que perturbó el reinado de Amasis (Aahmes), mercenarios griegos que se establecieron en Nancratis, asentaron las bases de un comercio duradero. Desde aquel momento pudieron introducirse en el país productos estranjeros, y el helenismo penetró poco á poco en el Bajo Egipto. Las influencias locales disminuyeron en preponderancia; tendió el espíritu á emanciparse, y aquel gérmen de felicidad se desarrolló rápida y enérgicamente en el período durante el cual la conquista macedónica cambió toda la faz del mundo. La apertura de los puertos egipcios en tiempo de Psammítico señala una era tanto más importante, cuanto que el país, al menos por las costas septentrionales, habia permanecido cerrado largo tiempo en absoluto á los estranjeros; como lo está aun el Japon.

En esta enumeracion de los pueblos civilizados, distintos de los helénicos, que habitaron la cuenca del Mediterráneo, el más antiguo asiento

y punto de partida de la ciencia cosmológica, los Fenicois suceden á los Egipcios, y fueron los más activos intermediarios de las relaciones que se establecieron entre los pueblos, desde el Océano Indico hasta las regiones occidentales y septentrionales del antiguo continente. Limitados bajo ciertos respectos en su cultura intelectual, y menos familiarizados con las bellas artes que con las artes mecánicas, no llevaron á sus creaciones la misma grandeza que los habitantes del valle del Nilo, dotados de una organizacion mas sensible. Sin embargo, por la actividad y osadía que desplegaron en sus empresas comerciales, y especialmente por el establecimiento de numerosas colonias, una de las cuales sobrepujó mucho en poderío á la metrópoli, contribuyeron en más alto grado que todas las demas razas que poblaron las orillas del Mediterráneo, á la circulacion de las ideas, á la riqueza y variedad de miras de que fué objeto el mundo. Usaban los Fenicios las medidas y pesos empleados en Babilonia, y conocian ademas la moneda acuñada como medio de facilitar las transacciones, instrumento ignorado, cosa bastante singular de los Egipcios, cuya educacion artística llegó á tan gran perfeccionamiento. Pero lo que quizás contribuyó más á aumentar la influencia de los Fenicios sobre la civilizacion de los pueblos con quienes estuvieron en contacto, fué el cuidado que tuvieron en comunicar y estender por todas partes la escritura alfabética de

que se servian hacía ya mucho tiempo.

No únicamente por su mediacion y por el impulso que comunicaron han suministrado los Fenicios nuevos elementos á la contemplacion del mundo; sino que tambien ensancharon en algunas direcciones particulares el círculo de la ciencia con sus propios descubrimientos. Su prosperidad industrial, fundada en el desarrollo de su marina y en la actividad con que fabricaban los habitantes de Sidon objetos de cristal blanco y de color, tejian las telas y las teñian de púrpura, los condujo, como sucede siempre, á progresos en las ciencias matemáticas y químicas, y sobre todo en las artes de aplicacion. «Represéntase á los Sidonios, dice Estrabon, como laboriosos investigadores, así en astronomía como en la ciencia de los números. Prepaŕaronse para estas ciencias por medio del arte de la numeracion y las navegaciones nocturnas, porque ambas á dos son necesarias al comercio y á los viajes marítimos» Si queremos medir la estension del país que abrieron por primera vez los buques y las caravanas de los Fenicios, basta indicar las colonias establecidas cerca del Ponto-Euxino, en las costas de Bitinia, colonias que se remontan verosimilmente á gran antigüedad; las Cycladas y muchas islas del mar Egeo que fueron reconocidas en tiempo de Homero; la parte meridional de España, rica en minas de plata (Tarteso y Gades); el Norte de África, al Oeste de la pequeña Syrte (Utica, Hadrumeto y Car-

tago); las regiones septentrionales de Europa que producian el estaño y el ámbar; y por último, dos factorías establecidas en el golgo Pérsico (Tylos y Aradus, hoy islas de Baharein).

Partiendo de Cartago, y probablemente tambien de Tarteso y de Gades, fundadas dos siglos antes, los Fenicios esploraron una gran parte de las costas Nor-oeste de África, y fueron bastante más alla del cabo Bojador. En aquellas costas estaban situadas las numerosas ciudades de los Sirios, cuyo número eleva á 300, Estrabon, y que fueron destruidas por los Farusios y los Nigricianos. Entre ellas estaba Cerné (la Gaulea de Dicuil, segun Letronne), que formaba la estacion principal de los buques y el depósito mejor provisto de toda la costa. Al Oeste, las islas Canarias y las Azores, descubiertas en otro tiempo por los Cartagineses; y al Norte, las Orcadas, las islas Feroe y la Islandia han llegado á ser como estaciones intermediarias para los buques que se dirigen al nuevo continente, á la vez que marcan los dos caminos por los cuales la raza europea se ha puesto en comunicacion con la que puebla el Norte y el centro de América. Esta consideracion da un gran interés al problema por resolver de si los Fenicios de la metrópoli, ó los de las colonias estendidas por las costas de la Iberia y del África (Gadeira, Cartago y Cerné) conocieron á Porto Santo, Madera y las Canarias, y en qué época las conocieron. Puede aun decirse que esta cuestion im-

porta á la historia del mundo; que en una larga cadena de acontecimientos se llega de buen grado al primer anillo.

Con ocasion de estas islas deliciosas, las Canarias, los escritores posteriores, tales como el compilador desconocido que compuso la coleccion de Cuentos Maravillosos atribuida á Aristóteles y utilizó el Timeo, ó mas bien Diodoro de Sicilia, mas esplícito en este asunto, refieren la tempestad que produjo accidentalmente el descubrimiento. «Buques fenicios y cartagineses, dice Diodoro, que se dirigian hácia los establecimientos fundados ya en esta época en la costa de Libia, fueron arrastrados en plena mar.» Este accidente debió ocurrir en el primer período del poderío marítimo de los Tirrenos, al principio de la lucha entre los Pelasgos de la Tirrenia y los Fenicios. Estacio Seboso y el rey de Juba Numidia, fueron los primeros que dieron nombre á cada una de esas islas; pero por desgracia los nombres no eran cartagineses, aun cuando se escogieron segun noticias sacadas de libros cartagineses.

Al enumerar los elementos que contribuyeron á ensanchar el conocimiento del mundo y afluyeron seguidamente á los Griegos de los diferentes puntos del mar Mediterráneo, hemos seguido á los Fenicios y á los Cartagineses en sus relaciones con las comarcas del Norte, de donde sacaban el estaño y el ámbar, y en los establecimientos que formaron cerca de las re-

giones tropicales en las costas occidentales de África. Réstanos recordar el viaje marítimo que hicieron los Fenicios hácia el Sud, y que terminó mas allá del trópico de Cáncer, en el mar Prasódico y el mar Indico, á 742 miriámetros de Cerné y del Cuerno occidental de Hannon. Permitido es conservar algunas dudas acerca de la situacion de los paises que producian el oro, de aquellas regiones lejanas designadas con los nombres de Ofir y de Supara; puede indistintamente suponerlas colocadas en la costa occidental de la península índica, ó en la costa oriental de África. Es incontestable por lo menos que la raza semítica, raza activa, esencialmente propia para el papel de intermediaria, y desde luego en posesion del alfabeto, iba á buscar las producciones de los climas mas diversos, desde las islas Casitérides hasta el Sud del estrecho de Bab-el-Maudeb, y muy adentro en las regiones tropicales. El pabellon tirio flotaba al mismo tiempo cerca de las costas de la Bretaña y en el Océano Indico. Los Fenicios tenian factorías en los puertos de Elath y de Aziongaber, situados en la estremidad septentrional del golfo Arábigo, así como tambien en el golfo Pérsico en Aradus y en Tylos, donde, segun Estrabon, existian templos cuya arquitectura recordaba la de los templos edificados á orillas del Mediterráneo. Tampoco debe olvidarse el comercio de las caravanas que los Fenicios enviaban para traer las especias y los perfumes, y que llegaban mas allá

de Palmira, á la Arabia-Feliz y á la ciudad caldea ó nabatea de Gerrha, en la costa occidental del golfo Pérsico.

Las espediciones emprendidas juntamente por los Israelitas y los Tirios, bajo la direccion de Salomon y de Hiram, partieron de Aziongaber, pasando, á través del estrecho de Bab-el-Mandeb, al pais de Ofir (Opheir, Sophir, Sophara, Supara, segun la forma sanscrita dada por Tolomeo). Salomon, muy aficionado al lujo, hizo construir una flota en las orillas del Mar Rojo, á cuyo objeto Hiram le dió hábiles marineros de la Fenicia, y buques tirios que hacian ordinariamente el viaje de Tarschich. Las mercancías traidas de Opr consistian en oro, plata, madera de sándalo (algummin), piedras preciosas, marfil, monos (kophim) y pavos reales (thukkiim). Los nombres de estas mercancías no son hebreos sino indios. Segun las ingeniosas investigaciones de Gesenio, de Benfey y de Lassen, es estremadamente verosímil que los Fenicios, familiarizados desde luego con los monzones periódicos, merced á las colonias que habian establecido en el golfo Pérsico y á sus relaciones con los habitantes de Gerrha, visitaron la costa occidental de la península de la India. Cristóbal Colon estaba muy persuadido de que la tierra de Ofir (el Eldorado de Salomon) y el monte Sopora formaban parte del Asia oriental, del *Chersonesus aurea* de Tolomeo.

Menos apta que los Fenicios para el papel de

mediadora entre los pueblos, la raza sombría y severa de los Etruscos hizo tambien menos para ensanchar la esfera de los conocimientos geográficos. Bien pronto se mostró sometida á la influencia griega de los Pelasgos de Tirrenia, que se habian estendido por todas las costas como un torrente desbordado. Los Etruscos hicieron muy considerable comercio con los paises que producian el ámbar; atravesaban el norte de Italia, pasaban los Alpes por el camino *Sagrado*. Los Rasenas de Retia, tronco originario de los Etruscos, descendieron casi por el mismo camino á las orillas del Pó, y aun mas lejos hácia el Sud. Lo que nos importa sobre todo, segun el punto de vista desde donde debemos colocarnos para abarcar los resultados mas generales y mas duraderos, es la influencia que la vida pública de los Etruscos ejerció sobre las mas antiguas instituciones de Roma y por lo tanto sobre toda la vida romana.

Antes de llegar á los Helenos, á esa raza tan felizmente dotada, en cuya cultura ha echado profundas raices la cultura moderna, y cuyas tradiciones han contribuido en mucho á formar la idea que podemos tener de las primeras nociones difundidas sobre los pueblos y sobre el mundo. hemos indicado como asientos originarios de la civilizacion del Egipto, la Fenicia y la Etruria. Hemos considerado la cuenca del Mediterráneo en su configuracion propia y en su situacion relativa, investigando la influencia de

estos accidentes y de estas relaciones en el comercio que se estableció entre las costas occidentales del África, las regiones del Norte, el golfo Arábigo y el Océano Indico. En ningun lugar de la tierra ha estado sometido el poder á mas alternativas, ni sufrido mas cambios la vida real por los progresos de la inteligencia. El movimiento se propagó y mantuvo por los Griegos y los Romanos, especialmente luego que los Romanos destruyeron en los Cartagineses los últimos restos del poderio fenicio. Lo que se llama principio de la historia no es otra cosa que la conciencia de sí propias, que viene á desarrollarse en las generaciones ulteriores. Ventaja es de nuestro tiempo que el horizonte del historiador se ha ensanchado de dia en dia merced á los brillantes progresos de la filología comparada, á un estudio mas curioso y á una interpretacion mas segura de los monumentos, y á que las capas superpuestas de los primeros siglos al fin se descubren á nuestra vista. Además de los pueblos cultos que habitaban las orillas del Mediterráneo, otros muchos dejaban ver tambien rasgos de una antigua civilizacion. Tales son, en el Asia Menor, los Frigios y los Licios; y en la estremidad occidental del globo, los Túrdulos y los Turdetanos. Estrabon dice de estos pueblos: «Son los mas civilizados de los Iberos; están familiarizados con la escritura y tienen libros que se remontan á una alta antigüedad. Poseen tambien poesías y leyes redactadas en verso, que

datan, segun ellos, de seis mil años.» Me he detenido en este ejemplo con el fin de indicar qué parte de la antigua civilizacion, aun entre las naciones europeas, ha desaparecido sin dejar señal alguna; y cuán estrecho es el círculo en que permanece encerrada para nosotros la historia antigua de la contemplacion del mundo.

Cuando el imperio frigio fué incorporado al reino de Lidia, y la Lidia á la Persia, las ideas de las poblaciones griegas del Asia y de la Europa se engrandecieron al mezclarse. A consecuencia de las espediciones de Cambises y de Darío, hijo de Hystaspes, la dominacion de los Persas se estendió desde Cirene y el Nilo hasta las fértiles orillas del Eufrates y el Indo. Un griego, Scylax de Caryanda, fué encargado de esplorar el curso del Indo, partiendo de la ciudad de Caspapyra, en el antiguo reino de Cachemira, y siguiendo el rio hasta su embocadura. Las comunicaciones de los Griegos con algunos puntos del Egipto, eran ya activas antes de la conquista de los Persas en los reinados de Psammitico y de Amasis. Estas diversas relaciones decidieron á un gran número de Griegos á abandonar el suelo natal, no solamente por el deseo de fundar colonias apartadas, sino que tambien para ir en calidad de mercenarios á formar el núcleo de ejércitos estranjeros en Cartago, Egipto, Babilonia, Persia y Bactriana.

El aspecto físico de la Grecia ofrece el atractivo particular de una comarca continental y

marítima á la vez. La riqueza de contornos en que se funda este doble beneficio debió engendrar desde muy temprano en los Griegos la aficion á la navegacion, á un comercio activo y á frecuentes comunicaciones con los pueblos estranjeros. La preponderancia marítima de los Cretenses y de los Rodios fué seguida de las espediciones emprendidas ante todo con miras de rapiña y de piratería, por los Samios, Focios, Tafios y Thesprotas. El alejamiento de la vida marítima que revelan los poemas de Hesiodo, ó arranca solo de una disposicion personal, ó se esplica por la timidez y la inesperiencia náuticas que debieron retener á los pueblos de la Grecia continental en el momento en que comenzaba la obra de su civilizacion. Por el contrario, las primitivas leyendas y los más antiguos mitos hacen siempre referencia á viajes lejanos ó á alguna espedicion marítima, como si la imaginacion aun juvenil de la raza humana se complaciera en la oposicion de las creaciones ideales con una estrecha realidad. De aquí han nacido las espediciones de Baco y de Hércules, adorado en el templo de Gades bajo el nombre de Melkarth, los viajes de Io, las peregrinaciones de Aristeas que seguian á sus resurrecciones sucesivas, y las de Arbaris, el taumaturgo de las regiones hiperbóreas, que atravesaba el aire en una flecha, figura simbólica bajo la cual se ha creido reconocer una brújula. En los viajes de este género, los acontecimientos y las observaciones cosmológi-

cas son un reflejo los unos de los otros; la historia legendaria de aquellos tiempos se amolda al progreso de las ideas. Si ha de creerse á Aristónico, Menelao debió dar la vuelta al África regresando del sitio de Troya, 500 años antes de Neko, y navegar desde Gades hasta las Indias.

En el período que nos ocupa, es decir, en la historia de la Grecia anterior á la conquista macedónica, tres acontecimientos han contribuido especialmente á engrandecer la idea que los griegos se formaban del mundo; y son: las tentativas hechas para penetrar al Este y al Oeste, partiendo del Mediterráneo, y el establecimiento de numerosas colonias desde el estrecho de Gades hasta las costas del Nord-este del Ponto-Euxino.

El esfuerzo hecho para penetrar hácia el Este, que data próximamente de doce siglos antes de nuestra era, 150 años después de Ramsés-Meiamun (Sésostris), es designada, históricamente hablando, con el nombre de *Espedicion de los Argonautas á Cólquida*. Este acontecimiento real, pero envuelto en ficciones, es decir, mezclado de circunstancias ideales, no es otra cosa, reducido á su significacion más sencilla, que la realizacion de una empresa nacional, destinada á abrirse paso en el inhospitalario Ponto-Euxino. La fábula de Prometeo y la libertad del Titan inventor del fuego, predicha para la época en que Hércules había de visitar el Oriente, la ascencion del Cáucaso por la ninfa Io, partiendo del valle del Hybristes, los mitos de Friso y de

Helle, todo indica esta direccion constante, y señala el deseo de penetrar en el Ponto-Euxino, á donde ya se habian aventurado anteriormente algunos navegantes de la Fenicia.

Un vasto campo se abrió tambien á la etnografía cuando se penetró en la parte Nord-este del mar Negro. Asombró la diversidad de las lenguas, y se sintió vivamente la necesidad de hábiles intérpretes, primer recurso de la ignorancia, é instrumentos groseros aun de la filología comparada. Tambien por entonces los que hacian el comercio recíproco, partieron del Palus Meotides, cuya estension se exageraba mucho, avanzando á la casualidad en las estepas habitadas hoy por los Khirguisos *de la Horda Media,* á través de una série de tribus de Escitas Escolotos á quienes tengo por de la raza indogermánica, de los Arcipeos y los Isedones hasta los Arimaspes, poseedores de ricas minas de oro en la vertiente septentrional del Altai. Allí era donde estaba situado el antiguo imperio de los Grifones, en el cual tuvo origen el mito meteorológico de los Hiperboreos que se estendió muy lejos hácia el Occidente, siguiendo la huella de Hércules.

La emigracion dórica y la vuelta de los Heraclides al Peloponeso, grandes acontecimientos que renuevan la faz de la Grecia, caen próximamente siglo y medio después de la espedicion semi-histórica semi-fabulosa, de los Argonautas, es decir, después que el Ponto-Euxino llegó

á ser accesible al comercio y á la navegacion de los griegos. Esta emigracion, juntamente con el establecimiento de nuevos Estados y de nuevas constituciones, fué ocasion y punto de partida del sistema colonial que señala un período importante de la vida helénica, y por favorecer la cultura intelectual, contribuyó más que ninguna otra causa á agrandar la idea del mundo.

Ninguno otro pueblo de la antigüedad presenta una reunion de tantas y por lo general tan poderosas colonias; cierto es, que desde la fundacion de las primeras colonias eólicas, entre las cuales brillaron Mitilena y Esmirna, hasta las de Siracusa, Crotona y Cyrene, no trascurrieron menos de cuatro ó cinco siglos.

No olvidemos que un gran número de ciudades griegas prosperaban al mismo tiempo en el Asia Menor, en el mar Egeo, en la Italia meridional y en la Sicilia; que Mileto y Marsella fundaban, como Cartago, otras colonias á su vez; que Siracusa, en el apogeo del poder, combatía contra Atenas y contra los ejércitos de Annibal y de Amilcar; que Mileto, después de Tiro y Cartago, fué mucho tiempo la ciudad comercial más importante del mundo.

Lo que distingue á las colonias griegas de todas las demás, especialmente de las colonias inmóviles de la Fenicia, y lo que ha impreso á su organizacion un sello propio, es la individualidad y las diferencias originarias de las razas de que se componía la nacion. Había en las colonias

griegas como en todo el mundo helénico, una mezcla de fuerzas, de las cuales las unas tendian á la separacion y á la aproximacion las otras. Esta oposicion produjo la diversidad en las ideas y en los sentimientos, ocasionando diferencias en la poesía y en el arte rítmica, si bien mantuvo por todas partes aquella plenitud de vida en la que todo lo que parece enemigo se apacigüa y reconcilía, por virtud de una armonía más general y elevada.

Réstanos mencionar el tercer acontecimiento que ya he indicado, como influyendo particularmente en el progreso de la contemplacion del mundo, juntamente con la apertura del Ponto-Euxino, y el establecimiento de las colonias en las costas del Mediterráneo; esto es, el paso por el estrecho de Gades. La fundacion de Tarteso, la de Gades donde se habia consagrado un templo al dios viajero Melkartk, hijo de Baal, así como la colonia de Utica, más antigua que Cartago, prueban que los Fenicios ya navegaban hacía muchos siglos por el Océano cuando se abrió por primera vez á los Griegos el camino que Píndaro llama *puerta de Gadeira.*

Coleo de Samos quería darse á la vela para Egipto en el momento en que venian á comenzar ó quizás solamente á renovarse, en el reinado de Psammítico, las relaciones de este país con la Grecia. Vientos del Este le arrojaron hácia la isla Platea, y de allá fué empujado al Océano á través del estrecho de Gades Al referir Herodo-

to este hecho, añade con intencion, que una mano divina guiaba á Coleo de Samos. No fué únicamente la importancia de los imprevistos beneficios que de aquí resultaron para la ciudad ibérica de Tarteso, sino tambien el descubrimiento de espacios desconocidos y el acceso á un mundo nuevo, que apenas se entrevía por entre las nubes de la fábula, lo que dió fama y esplendor á aquel acontecimiento por donde quiera que la lengua griega se hallaba estendida en el Mediterráneo. Veíanse por primera vez del otro lado de las columnas de Hércules (llamadas en un principio columnas de Biareo, de Egeon y de Cronos), á la estremidad occidental de la tierra, en el camino del Elíseo y de las Hespérides, aquellas aguas primitivas del Océano que rodeaban la tierra, y de las cuales se quería aun, en esta época hacer provenir todos los rios.

En las márgenes del Faso, habian encontrado los navegantes una ribera que cerraba el Ponto-Euxino, imaginando que más allá solo existía el *Estanque del Sol*. Al Sud de Gales y de Tarteso, descansaba la vista libremente por el infinito; circunstancia que ha dado durante 1500 años una importancia particular á la *puerta* del mar Mediterráneo. Dispuestos siempre á ir *más allá*, los pueblos navegantes, tales como los fenicios, los griegos, los árabes, los catalanes, los mallorquines, los franceses de Dieppe y de la Rochela, los genoveses, los venecianos, los portugueses y los españoles se esforzaron sucesivamente por

avanzar en el Océano Atlántico, que por mucho tiempo se tuvo por tenebroso, lleno de limo y de bancos de arena, hasta que partiendo de las Canarias ó de las Azores, tocaron de estacion en estacion, en el nuevo continente á que ya los Normandos habian llegado por otro camino.

Pero la espedicion de Coleo de Samos no sirvió únicamente para señalar la época en que se abrieron nuevos mercados á las razas griegas, ávidas de emprender largos viajes marítimos, y á los pueblos herederos de su civilizacion, sino que ensanchó tambien inmediatamente la esfera de las ideas. Entonces fué cuando el gran fenómeno del flujo periódico del Mar que hace sensibles las relaciones de la Tierra con el Sol y con la Luna, llegó á ser objeto de una atencion profunda y sostenida; fenómeno que hasta entonces no se había manifestado á los griegos en la sirtes africanas sino de una manera irregular y aun espuesta á peligros. Posidonio estudió el flujo y reflujo en Ilipa y en Gades, comparando sus observaciones con lo que en los mismos sitios podian enseñarle los Fenicios más esperimentados sobre las influencias de la Luna.

ESPEDICION DE ALEJANDRO MAGNO AL ASIA.

Si al seguir la historia del género humano nos fijamos en la union cada vez más íntima que se estableció entre las poblaciones de la Europa occidental y las del Sud-Oeste del Asia, del valle del Nilo y de la Libia, la espedicion de los Macedonios dirigida por Alejandro, la caida de la monarquía persa, las primeras relaciones con la península de la India y la influencia ejercida por el imperio griego de Bactriana durante 116 años, forman una de las épocas más importantes de la vida comun de los pueblos. La esfera en que se realizó este movimiento era inmensa; el conquistador, por sus esfuerzos infatigables para mezclar todas las razas y crear la unidad del mundo bajo la influencia civilizadora del helenismo, aumentó la grandeza moral de la empresa. La fundacion de tantas ciudades en parajes cuya eleccion indica un pensamiento más general y elevado; el celo por establecer en ellas una

administracion independiente, sin oponerse á los usos naciones ni al culto indígena; todo nos demuestra que tendia á la realizacion de un plan bien determinado. Las consecuencias que primitivamente habian escapado quizás á sus previsiones, se desarrollaron por sí mismas en virtud de las nuevas relaciones, como acontece siempre bajo la presion de acontecimientos graves y complicados. Cuando recordamos que desde la batalla del Granico hasta la invasion destructora de los Sacios y de los Tocaros en Bactriana, no trascurrieron más que cincuenta y dos olimpiadas, nos admira la mágica seduccion que ejerció la civilizacion griega importada del Occidente, y las profundas raices que echó en tan corto tiempo. Confundida esta civilizacion con la ciencia de los Árabes, de los Neo-Persas y de los Indios, ha prolongado su influencia hasta la edad media, de tal suerte, que por lo comun no se puede distinguir con certeza lo que pertenece á la literatura griega, de lo que, habiendo quedado puro de toda mezcla, debe referirse al génio propio de las poblaciones asiáticas.

En el capítulo precedente hemos presentado el mar como un elemento de aproximacion y enlace entre los pueblos, y descrito en algunos rasgos la estension dada por los Fenicios y Cartagineses, Tirrenos y Etruscos á la navegacion. Hemos hecho ver cómo los Griegos fortificados en su poder marítimo por numerosas colonias, intentaron estenderse más alla de la cuenca del

Mediterráneo, penetrando al Este y al Oeste por el intermedio de los Argonautas y de Celeo de Samos; y cómo hácia el Mediodia atravesaron el mar Rojo las flotas de Salomon y de Hiram para ganar la tierra de Ofir, y visitaron las apartadas comarcas llamadas, *país del oro*. Este segundo capítulo vá á llevarnos al interior de un vasto continente, por caminos que se abren por vez primera al comercio y á la navegacion.

Las causas principales que han contribuido á ensanchar el círculo de las ideas, porque bajo este punto de vista debemos especialmente considerar las conquistas de Alejandro y el imperio menos efímero de la Bactriana, son á saber: la estension del pais, y la diversidad de los climas comprendidos entre Circópolis, situada en la márgen del Iaxarte á igual latitud que Tiflis y Roma, y el delta oriental del Indo, cerca de Tira, bajo el trópico de Cáncer. Podemos añadir tambien á aquellas las siguientes: la maravillosa variedad del suelo, entrecortado por fértiles comarcas, desiertos y montañas cubiertas de nieve; las formas nuevas y tamaño gigantesco de los animales y de los vejetales; la distribucion geográfica de las razas humanas en su diversidad de color; el contacto de los Griegos con las poblaciones del Oriente, dotadas en su mayor parte de cualidades brillantes y cuya civilizacion se perdia en el orígen de los tiempos, y el conocimiento de los mitos religiosos de aquellos pueblos, de sus delirios filosóficos, de sus obser-

vaciones astronómicas y supersticiones consiguientes.

Si tomando por medida los grados de longitud, comparamos la mayor estension del mar Mediterráneo con el espacio que existe en direccion de Este á Oeste, y desde el Asia menor hasta las orillas del Hyphaso (Beas) y las *Arás del Regreso*, reconoceremos que el mundo conocido de los Griegos se duplicó en algunos años. Para precisar mejor lo que entiendo por estos materiales de la geografía física y de la ciencia de la Naturaleza, acrecentados de tan noble manera por consecuencia de las marchas y de las fundaciones de Alejandro, recordaré ante todo las observaciones reunidas en aquella época por primera vez, acerca de la configuracion particular de la superficie terrestre. En las regiones que recorrió el ejército de los Macedonios, las tierras bajas, es decir, desiertos saliteros y desprovistos de vejetacion, tales como los que están situados al Norte de la cadena de Asferah, una de las prolongaciones del Thianchan, y las cuatro grandes cuencas cultivadas del Eúfrates del Indo, del Oxo y del Iaxarte, contrastan con montañas cubiertas de nieve y de 19.000 piés de elevacion. El Indo-Kho ó Cáucaso índico de los Macedonios, que sirve de prolongacion á los montes Kuen-lun y está situado al Oeste de la cadena meridiana de Bolor que lo corta perpendicularmente, se divide hácia Herat en dos grandes cadenas que limitan el Kafiristan, y de las

cuales la más meridional es la que tiene mayor altura. Alejandro, despues de haber subido á la meseta de Bamaiu, ya de una altura de 8.000 piés, donde se ha creido ver la roca de Prometeo, se elevó hasta la cresta del Kohibaba, con el fin de seguir á lo largo el Choes y pasar por la ciudad de Kabura, para ir á atravesar el Indo, un poco al Norte de la ciudad moderna de Altok. Comparando los Griegos la elevacion menos considerable del Tauro, al cual su vista estaba habituada, con las nieves perpétuas que cubren el Indo-Kho, y que junto á Bamian no comienzan, segun opinion de Burnes, hasta los 12.200 piés de altura, tuvieron ocasion de reconocer en más vasta escala la superposicion de los climas y de las zonas vejetales.

Las producciones indias, así naturales como industriales, eran conocidas imperfectamente por antiguas relaciones de comercio ó por las narraciones de Ctesias, que vivió diez y siete años en la córte de Persia, como médico de Artajerjes Mnémon. Sabíanse apenas los nombres de la mayor parte. Nociones más exactas se esparcieron por el Occidente por el intermedio de los establecimientos macedónicos. Llegóse á conocer tambien los arrozales entrecortados por arroyos, á los cuales concedió Aristóbulo una mencion particular; los algodoneros, lo mismo que las telas finas y el papel cuya materia suministraban; las especias y el ópio; el vino hecho con arroz y jugo de las palmeras, cuyo nombre sans-

crito *tala* se debe á Arriano que lo ha conservado; el azúcar de caña, confundida con frecuencia con el *tabaschir* formado del jugo del bambú; la lana que crece en los grandes árboles de bombax; los chales tejidos con la lana de las cabras del Tibet; las telas de seda de Sérica; el aceite de sésamo blanco (en sanscrito *tila*); el aceite de rosa y de otros perfumes; la laca (en sanscrito *lakscha*, en la lengua vulgar *lakkha*); y por último, el acero batido llamado acero de Woutz.

Solo á partir de este momento pudo en realidad el hombre vanagloriarse de conocer una gran parte de la Tierra. El mundo esterior entró en parangon con el mundo subjetivo de la imaginacion, y no tardó en ser dominado por éste. Mientras que siguiendo el camino abierto por Alejandro la lengua y la literatura griegas llevaban por doquier sus frutos, la observacion científica y la combinacion sistemática de los materiales de la ciencia habian llegado á ser, gracias á los preceptos y al ejemplo de Aristóteles, operaciones claras para el entendimiento.

Sin embargo, investigaciones recientes y sérias, si no han destruido completamente, cuando menos han quebrantado la opinion de qu Aristóteles habia sacado inmediatamente poderosos elementos para sus estudios zoológicos de la conquista macedónica. La miserable composicion donde se refiere la vida del filósofo de Estagira, atribuida durante mucho tiempo á Am-

monio, hijo de Hermias, habia difundido entre otros muchos errores el de que el maestro habia acompañado á su discípulo, al menos hasta las orillas del Nilo. La gran obra de Aristóteles sobre los Animales, parece haber seguido muy de cerca á la *Meteorología*, que segun algunos indicios sacados del libro mismo, se eleva á la Olimpiada ciento seis ó cuando menos á la ciento once, es decir, que precedió en catorce años la llegada de Aristóteles á la córte de Filipo, ó al menos tres años antes del paso del Granico Levántanse á la verdad algunas objeciones contra la opinion que tiende á retrasar la época en que fueron escritos los nueve libros de Aristóteles sobre los animales, y se opone particularmente á ella el conocimiento exacto que parece haber tenido del elefante, del ciervo caballo de luenga barba (Hippelaphos), del camello de doble giba de la Bactriana, del hippardion ó tigre cazador, tenido por el lobo-tigre, y del búfalo indio, introducido por primera vez en Europa en la época de las Cruzadas. Sin embargo, la comarca que designa Aristóteles como patria de esta especie de ciervo con melena, llamado *Cervus Aristotelis* por Cuvier, no es la Pentapotamia india que atravesó Alejandro, sino mas bien la Aracosia, pais situado al Este del Candahar, y que formaba con la Gedrosia una de las antiguas satrapías persas.

La espedicion macedónica, que abrió una parte tan grande y tan bella de la tierra á la in-

fluencia de un pueblo llegado al más alto grado de civilizacion, puede considerarse justamente como una espedicion científica; y aun es la primera en que un conquistador se hace acompañar de hombres versados en todos los conocimientos humanos: naturalistas, geómetras, historiadores, filósofos y artistas. La accion ejercida por Aristóteles no se limitó á sus propios trabajos; se hizo sentir tambien por la intervencion de los hombres eminentes que él habia formado y que seguian la espedicion. El que de todos ellos brilló más fué uno de sus parientes cercanos, Calistenes de Olinto, el cual habia ya compuesto antes de abandonar la Grecia algunas obras de botánica y un bonito estudio anatómico sobre el órgano de la vista.

La espedicion de Alejandro suministró por primera vez la ocasion de comparar en una vasta escala las razas africanas, que de todas partes afluian á Egipto, con las poblaciones del Asia del lado de allá del Tigris, y con las razas originarias de la India, que tenian la piel fuertemente coloreada, pero sin los cabellos crespos de los negros. La division de la especie humana en variedades, el lugar que estas variedades han ocupado sobre la tierra, mas bien por consecuencia de los acontecimientos históricos que no por la influencia perseverante de los climas, al menos desde que los tipos estuvieron claramente determinados; la contradiccion aparente que existia entre el color de las razas y su residen-

cia, debieron escitar vivamente la curiosidad de los observadores reflexivos. Hállase todavía en el interior de la India una vasta estension de territorio habitada por poblaciones primitivas de color muy subido y casi negro, completamente distintas de las razas arianas de tez mas clara, que penetraron posteriormente en aquellas regiones: tales son, la raza Gonda, mezclada con las tribus que habitan las cercanías de los montes Vindhya; la raza Bhilla, en las montañas frondosas de Malava y de Guzerate, y la raza Kola de Orisa.

A esta cosecha de ideas que habia hecho nacer el aspecto de un gran número de fenómenos nuevos; el contacto con diferentes razas de hombres, y los contrastes de su civilizacion, faltaron desgraciadamente los frutos del estudio comparativo de las lenguas; es decir, de un estudio histórico ó filosófico que descansase en las relaciones esenciales del pensamiento humano. Las investigaciones de esta naturaleza eran estrañas á la antigüedad clásica. En cambio las conquistas de Alejandro suministraron á los Griegos materiales científicos, robados á los tesoros que venian amontonando desde tan largo tiempo los pueblos que les habian precedido en la senda de la civilizacion. Basta para formarse idea de ello, pensar que, segun investigaciones recientes y sólidas, además del conocimiento de la tierra y de sus producciones, el conocimiento del cielo fué tambien ensanchado considerablemente

por las relaciones establecidas con Babilonia. Desde la conquista de Ciro, el colegio astronómico de los sacerdotes, establecido en aquella capital del mundo oriental, habia perdido mucho de su brillo. La pirámide con gradas de Belo, que al propio tiempo era templo, tumba y observatorio, destinada á señalar las horas de la noche, habia sido abandonada por Jerjes á la destruccion; dicho monumento estaba ya ruinoso cuando la invasion macedónica. Pero precisamente porque la casta privilegiada de los sacerdotes se hallaba disuelta, y porque en su lugar se habia formado un gran número de escuelas astronómicas, habia sido posible á Calistenes, obrando en esto segun los consejos de Aristóteles, como observa Simplicio, enviar á Grecia observaciones sobre el curso de los astros durante una larga série de siglos. Segun Porfirio se elevaban dichas observaciones á 1903 años antes de la entrada de Alejandro en Babilonia (Olimp., 112, 2). Las primeras observaciones de los Caldeos de que hace mencion el *Almagesto,* que segun todas las apariencias son tambien las mas antiguas en que ha creido poder apoyarse Tolomeo, no van más allá del año 721 antes de nuestra era, es decir, de la primera guerra de Mesenia. Lo que hay de cierto en ello es, que los Caldeos conocian de una manera tan exacta los movimientos medios de la luna, que las astrónomos griegos pudieron tomar sus cálculos por base, cuando establecie ron la teoría de aquel satélite. Parece tambien

que los Griegos se aprovecharon, para la construccion de sus tablas astronómicas, de las observaciones sobre los planetas á que habian llegado los Caldeos por su gusto innato á la astrología.

Es imposible distinguir, en medio de las tinieblas que las envuelven, las consecuencias inmediatas del contacto de los Griegos con los pueblos de orígen indio en la época de la conquista macedónica. Probablemente la ciencia ganó poco en ello, puesto que Alejandro, despues de haber atravesado el reino de Porus entre el Hydaspes, festoneado por bosques de cedros, y el Acesines, no penetró en la Pentapotamia, mas allá del Hyphaso; sin embargo, llegó hasta un punto en donde ya este rio ha recibido las aguas de Satadru, llamado por Plinio Hesidro. El descontento de sus soldados redujeron al conquistador que queria adelantar hácia el Este hasta el Ganges, á la gran catástrofe de la retirada. Alejandro no llegó hasta el asiento de la verdadera civilizacion india. Seleuco Nicator, fundador del gran imperio de los Seleucidas, fué el primero que se adelantó desde Babilonia hasta el Ganges, y el que, merced á las embajadas repetidas de Megasteness á Pataliputra, logró establecer relaciones políticas con el poderoso Sandracotto.

De esta manera fué como pudo la Grecia empezar á sostener relaciones frecuentes y duraderas con la parte de la India mas civilizada, el Madhya-Desa ó comarca del centro. Es cierto

que existian en la Pentapotamia sábios brahamanes y gymnosofistas, que vivian como anacoretas; pero ¿conocian el admirable sistema de numeracion de los Indios, segun el cual un pequeño número de cifras cambian indefinidamente de valor por el único hecho de su posicion? Esto es lo que no podria decirse con seguridad; y aun es lícito dudar, aunque sea muy verosímil, que en la comarca mas civilizada de la India hubiera sido ya inventado este sistema.

ESCUELA DE ALEJANDRO.

Despues de la disolucion del mundo macedónico, que abarcaba partes considerables de tres continentes, se desarrollaron bajo formas muy diversas en verdad, los gérmenes que el genio de Alejandro habia depositado en un suelo fértil, aproximando y uniendo los pueblos. A medida que se iba borrando cuanto habia de esclusivo en el espíritu y en la nacionalidad de los Griegos; á medida que la imaginacion creadora perdia algo de su profundidad y de su brillo, las relaciones entre los pueblos tomaban nuevo vuelo, los conocimientos de la Naturaleza adquirian su mas alto grado de generalidad, y de este modo llegaban á ser mas fructuosos los esfuerzos intentados para comprender el conjunto de los fenómenos. En el imperio de Siria, entre los Attalos de Pérgamo, entre los Seleucidas y los Tolomeos, por todas partes y casi simultáneamente, estos progresos fueron favorecidos por

soberanos de un raro mérito. El Egipto griego tuvo sobre los otros Estados la ventaja de la unidad política; fué maravillosamente ayudado tambien por su posicion geográfica. En efecto, merced á la larga hondonada que llenó el golfo Arábigo desde el estrecho de Bab el-Mandeb hasta Suez y Akaba, en la direccion de la gran línea de *levantamiento* que surca el globo de Sud-sud-este á Nor-nor-oeste, los buques que navegan en el Océano Indico no están separados mas que por algunas leguas de tierra de aquellos que costean las riberas del Mediterráneo.

Tres grandes monarcas amigos de la ciencia, los tres primeros Tolomeos, cuyo reinado no comprende menos de un siglo, por los magníficos establecimientos que fundaron para favorecer el progreso de la inteligencia, y por sus interrumpidos esfuerzos para engrandecer el comercio marítimo, dieron al conocimiento de los paises y al conocimiento mas general de la Naturaleza, un desarrollo al cual no habia podido llegar hasta entonces ningun pueblo. Este tesoro científico pasó de los Griegos del Egipto á los Romanos. Ya en tiempo de Tolomeo Filadelfo, medio siglo apenas despues de la muerte de Alejandro, y aun antes que la primera guerra púnica hubiera quebrantado la república aristocrática de Cartago, Alejandría era la mayor plaza comercial del mundo. Por Alejandría pasaba el camino más corto y más cómodo para llegar de la cuenca del Mediterráneo á la parte Sud-Este del África,

á la Arabia y á las Indias. Los Lagidios aprovecharon con un éxito sin ejemplo el camino que la Naturaleza parecia haber indicado por sí misma al comercio del mundo por la direccion del golfo Arábigo; camino que no podrá recobrar por completo su importancia y sus derechos sino cuando la civilizacion haya dulcificado las costumbres de los pueblos orientales; y las naciones del Occidente hayan abjurado de su recelosa envidia. Aun en el tiempo mismo en que llegó el Egipto á ser provincia romana, conservó toda su opulencia. El lujo que crecia en Roma bajo los Césares alcanzaba á la comarca del Nilo, y era preciso ir á pedir los medios de satisfacerlo, especialmente á Alejandría, como depósito que era del mundo.

Los compañeros de Alejandro tenian conocimiento de los monzones que favorecian tan eficazmente las travesías entre las costas orientales del Africa de una parte, y de otra, las costas septentrionales y occidentales de la India. Despues de haber pasado diez meses en reconocer la parte de este rio que se estiende desde Nícea sobre el Hidaspes hasta Pattala, con el fin de asegurar al comercio la libre navegacion del Indo, Nearco se apresuró al principio del mes de Octubre (olimp. 113), á darse á la vela cerca de Stura, porque sabia que el monzon de Nordeste y de Este soplando á lo largo de sus costas, que se estienden bajo un mismo paralelo, le dirigiria hácia el golfo pérsico. Mas tarde, cuando

se conoció mejor todavia la ley que regula los vientos particulares de aquellos sitios, los pilotos se animaron hasta el punto de llegar por la alta mar de Ocelis, en el estrecho de Bab-el-Mandeb, al gran depósito de la costa de Malabar hasta Muziris, situado al Sud de Mangalor. Las comunicaciones establecidas en el interior de las tierras hacian tambien afluir á Muziris las mercancías de las costas orientales de la Península de mas acá del Ganjes, y aun el oro de la apartada Chryse (quizás isla de Borneo). La gloria de haber facilitado esta vía hácia la India se atribuye á un marino desconocido llamado Hippalo. No puede determinarse tampoco de una manera precisa la época en que éste vivió.

En la historia de la Contemplacion del Mundo debe entrar la enumeracion de todos los medios que han facilitado la aproximacion de los pueblos, hecho accesibles partes considerables de la tierra, y engrandecido la esfera de los conocimientos humanos. Entre todos estos medios uno de los más notables fué la apertura material de una vía fluvial que puso en comunicacion el mar Rojo con el Mediterráneo por el Nilo. Ya Neko había intentado la empresa de abrir un canal en el sitio donde los dos continentes, profundamente escotados, se tocan solo por un itsmo estrecho; pero atemorizado por las respuestas de los sacerdotes abandonó su proyecto. Aristóteles y Estrabon van más allá, y atribuyen la honra de este trabajo á Sésostris (Ramsés-Meiamun).

Herodoto encontró y describió un canal construido por Dario, hijo de Hystaspes, que terminaba en el Nilo un poco más arriba de Bubasto. Este canal cegado más tarde por las arenas, fué restablecido definitivamente por Tolomeo Filadelfo, y puesto en un tal estado, que sin ser navegable todo el año (no había sido posible obtener este resultado, á pesar de lo ingenioso del sistema de esclusas puesto en uso), activó el comercio de la Etiopía, de la Arabia y de la India hasta la dominacion romana, hasta Marco-Aurelio y quizás hasta Septimo Severo, es decir, durante más de cuatro siglos y medio.

Todas estas empresas, todos estos establecimientos de los Lagidios, sea que tuviesen por objeto el desarrollo del comercio ó el progreso de las ciencias, descansaban en un gran pensamiento, que era una inspiracion incesante hácia lo remoto y lo universal, el deseo de reunir por un lazo comun todos los elementos esparcidos, de agrupar en grandes masas las miras acerca del mundo y las relaciones que presentan los diversos aspectos de la Naturaleza.

Es nuestro principal propósito, en estas páginas, poner en claro los progresos que han señalado el período de los Tolomeos, los resultados producidos por el concurso de todas las relaciones esteriores, por la fundacion y mantenimiento de grandes establecimientos, tales como el Museo de Alejandría y las dos bibliotecas de Bruchium y de Rhakotis, por la reunion cole-

giada de tantos hombres eminentes y animados todos de un amor práctico por la ciencia. Su erudicion enciclopédica les hacía aptos para comparar las observaciones y generalizar los conocimientos sobre la Naturaleza. El gran Instituto científico, debido á los dos primeros Lagidios, conservó entre otras muchas, la ventaja de que sus miembros trabajaban libremente en las direcciones más opuestas. Establecidos en un país estranjero, rodeados de diferentes razas de hombres, guardaron siempre la originalidad del espíritu griego, y la penetracion que es uno de sus caractéres.

Segun el espíritu y la forma de esta esposicion histórica, bastará un pequeño número de ejemplos para demostrar cómo, bajo la proteccion de los Tolomeos, la esperiencia y la observacion se hicieron reconocer como las fuentes verdaderas de donde debía salir la ciencia de la Tierra y de los espacios celestes; cómo por efecto de sus tendencias particulares, la escuela alejandrina, sin dejar de aplicarse á la reunion de materiales, no debió por esto renunciar á generalizar las ideas en una cierta medida. Si las escuelas filosóficas de la Grecia trasladadas al bajo Egipto, se habian penetrado bien del espíritu oriental y habian acreditado un gran número de interpretaciones simbólidas sobre la naturaleza de las cosas, en el *Museo*, al menos, las ciencias matemáticas permanecieron siempre como el apoyo más firme de las doctrinas platóni-

cas. Las matemáticas puras, la mecánica y la astronomía, marchaban casi de concierto. En la profunda estimacion que daba Platon al desarrollo matemático del pensamiento, como en las miras fisiológicas que el filósofo de Estagira estendía á todos los organismos, estaban contenidos, por decirlo así, los gérmenes de todos los progresos que realizó más tarde la ciencia de la Naturaleza. Ambos á dos fueron la estrella conductora que guió seguramente el espíritu humano á través de las locas imaginaciones de los siglos de tinieblas. A ellos se debe el que no hayan perecido los principios de la ciencia y las fuerzas sanas del espíritu.

El matemático astrónomo Eratóstenes de Cirene, el más célebre de la lista de los Bibliotecarios de Alejandría, se aprovechó de los tesoros que tenía á su disposicion, y los hizo entrar en el plan sistemático de una geografía universal. Separó la descripcion de la Tierra de todas las leyendas fabulosas. Por lo mismo que era tambien muy versado en la cronología y en la historia, no se permitió la mezcla de los hechos históricos que con anterioridad á él daban vida é interés á la geografía. Esta desventaja fué compensada con las observaciones matemáticas acerca de la forma articulada y estension de los continentes, por conjeturas geológicas sobre la union de las cadenas de montañas, sobre el efecto de las corrientes y sobre las comarcas en otro tiempo cubiertas de agua, que ofrecen aun hoy

todas las apariencias de un lecho de mar seco. Participando de las opiniones de Estraton de Lampsaco sobre la teoría de las esclusas aplicada al Océano firmemente convencido de que la hinchazon del Ponto-Euxino habia producido otras veces la rotura de los Dardalelos y ocasionado por consecuencia de ella la abertura del estrecho de Gades, el bibliotecario de Alejandría llegó en virtud de esta creencia á investigar el importante problema de la igualdad de nivel entre todos *los mares esteriores que envuelven los continentes;* puede juzgarse del éxito que tuvo su intento de generalizar las ideas, observando que toda el Asia está atravesada bajo el paralelo de Rodas, en el *diafragma* de Dicearco, por una cadena de montañas que forma de Oeste á Este una línea de demarcacion no interrumpida.

A la necesidad de generalizar las miras sobre la Naturaleza, consecuencia del movimiento intelectual que se agitaba en esta época, débese tambien atribuir la primera medida de grado ejecutada por un griego. Me refiero al ensayo intentado por Eratóstenes para medir el espacio comprendido entre Syena y Alejandría, con el de determinar apròximadamente la circunferencia de la Tierra. Lo que debe escitar más nuestro interés en esta empresa, no es el resultado obtenido segun los datos imperfectos de los apeadores que contaban los pasos, sino la tentativa hecha para llegar á conocer, partiendo del estre-

cho espacio de su país natal, la magnitud de la esfera terrestre.

Puede reconocerse la misma tendencia á la generalizacion en los progresos brillantes que hizo, en el siglo de los Tolomeos, el conocimiento científico de los espacios celestes. A este propósito, recordaré los primeros astrónomos de Alejandría, Aristiles y Timochares, que determinaron el sitio de las estrellas fijas; y Aristarco de Samos, contemporáneo de Cleanto, que, familiarizado con las antiguas teorías de los pitagóricos, intentó descorrer el velo de la estructura del mundo, y fué el primero que reconoció la inmensa distancia que separa á las estrellas fijas de nuestro pequeño sistema planetario, y el que presintió el doble movimiento que efectúa la Tierra sobre sí misma y alrededor del Sol, como centro del mundo. Citaré tambien á Seleuco de Erytrea ó de Babilonia, esforzándose un siglo más tarde en apoyar con nuevas pruebas la opinion de Aristarco, precursor de Copérnico, y á Hiparco, creador de la astronomía científica, que es de toda la antigüedad el que suministró á la ciencia el mayor número de observaciones personales.

Los trabajos de Hiparco ofrecen además el carácter particular de haber aprovechado los fenómenos observados en las regiones celestes, para determinar la posicion de los lugares geográficos. Este enlace del conocimiento del Cielo con el de la Tierra, este reflejo mútuo de ambas

ciencias, da más unidad y vida á la gran idea del Universo. El nuevo mapa del mundo, trazado por Hiparco segun el de Eratóstenes, descansa, en todos los casos en que esto era posible, en observaciones astronómicas; las longitudes y latitudes geográficas están determinadas en él segun los eclipses de luna y la medida de las sombras. Por una parte el reloj hidráulico de Ctesibio, perfeccionamiento del clepsidro, podia procurar una division más exacta del tiempo; por otra, los instrumentos que usaban entre los astrónomos de Alejandría para determinar los diversos puntos del espacio y medir los ángulos, eran reemplazados incesantemente por otros más perfectos, desde el antiguo *gnomon* y los *escafos*, hasta la invencion de los *astrolabios*, de los *armillos solsticiales* y de los *lineales dióptricos*. Servido asi el hombre en cierta manera por órganos nuevos, llegó gradualmente á una nocion más exacta de todos los movimientos que se realizan en el sistema planetario.

El número de los matemáticos eminentes no se limita á algunos astrónomos-observadores del museo de Alejandría. La edad de los Tolomeos fué principalmente el período más brillante de las ciencias matemáticas. En el mismo siglo apareció Euclides, el primero que hizo de las matemáticas una ciencia; Apolonio de Perga, y Arquímedes, que visitó el Egipto y se enlaza por Conon á la escuela de Alejandría. El largo camino que conduce de la análisis geométrica,

tal como la entendia Platon, y de los triángulos de Menechmo, hasta la edad de Keplero y de Tycho, de Euler y de Clairaut, de d'Alembert y de Laplace, está señalado por una série de descubrimientos matemáticos, sin los cuales las leyes que regulan los movimientos de los grandes cuerpos del mundo, y sus relaciones recíprocas en los espacios celestes, hubieran permanecido eternamente desconocidas para el género humano. Ante todo, un instrumento material, el telescopio, ha suprimido la distancia penetrando á través del espacio; ha llevado las matemáticas á las regiones apartadas del Cielo por la combinacion de las ideas, y tomado posesion segura de una parte de aquel vasto dominio; y hé aquí que hoy, en estos tiempos tan fecundos en descubrimientos científicos, la mirada de la inteligencia, con el auxilio de todos los elementos de que permite disponer el estado actual de la astronomía, ha podido descubrir un planeta, determinar su lugar celeste, su órbita y su masa, aun antes de que el telescopio se haya dirigido sobre él.

PERIODO DE LA DOMINACION ROMANA.

Cuando seguimos los progresos intelectuales de la humanidad y el desarrollo sucesivo de la idea del Universo, el período de la dominacion romana se nos presenta como uno de los momentos más importantes de esta historia. Encuéntranse reunidas por primera vez en estrecha alianza todas las fértiles comarcas que circundan la cuenca del mar Mediterráneo, sin contar los vastos paises que se agregaron despues á aquel inmenso imperio, especialmente en el Oriente.

Lugar es este para decir una vez más como el cuadro de la historia del mundo, que intento bosquejar á grandes rasgos, adquiere con la aparicion de tal reunion de Estados tan íntimamente ligados entre sí, un interés nuevo debido á la unidad de composicion. Nuestra civilizacion, es decir, el desarrollo intelectual de todos los pueblos del continente europeo, puede con-

siderarse que echó sus raices en la civilizacion de los pueblos esparcidos en las costas del Mediterráneo, siendo como un retoño directo de la de los Griegos y los Romanos. La denominacion, demasiado esclusiva quizás, de literatura clásica, dada á las literaturas griega y latina, proviene de la conciencia que tenemos del orígen de nuestros conocimientos más antiguos, de que sabemos de dónde arranca el impulso primero que nos ha hecho entrar en un círculo de ideas y de sentimientos relacionados íntimamente con la dignidad moral y la elevacion intelectual de una raza privilegiada. Aun considerando las cosas bajo este punto de vista, existe indudablemente un gran interés en investigar los elementos que partiendo del valle del Nilo y de la Fenicia, del Eufrates y del Indo, han venido por diversas sendas, harto poco esploradas hasta ahora, á refluir en el ancho rio de la civilizacion griega y latina. Pero estos mismos elementos los debemos á los Griegos y á los Romanos, colocados estos últimos entre los primeros y los Etruscos.

Las dos penínsulas cuyas ricas articulaciones se destacan en la parte septentrional del mar Mediterráneo, han sido, pues, el punto de partida de la cultura intelectual y de la educacion política para los pueblos que poseen al presente y aumentan cada dia el tesoro imperecedero (así lo esperamos) de la ciencia y de las artes creadoras; para los pueblos que á su vez han

ido á infundir la civilizacion á otro hemisferio, y que vanagloriándose de llevarle la esclavitud, han acabado á pesar suyo por implantar en él la libertad. Este orígen comun de la ciencia y de las ideas no impide, sin embargo, que, como por un favor de la suerte, la unidad y la diversidad se mezclen felizmente aun en el continente en que vivimos.

El imperio romano, si se considera la estension del territorio que ocupaba en su forma monárquica bajo los Césares, es sin duda, absolutamente hablando, menos vasto que el imperio chino bajo la dinastía de los Thsin y de los Han del Oriente (desde el año 30 antes de J. C. al año 116 de nuestra era), que la dominacion de los Mogoles bajo Dschingischan, ó que las comarcas que forman actualmente el imperio ruso en Europa y en Asia. Pero á escepcion de la monarquía española, antes de la pérdida de sus posesiones en el nuevo Continente, jamás se reunieron bajo un mismo cetro, teniendo en cuenta á la vez los beneficios del clima, la fecundidad del suelo y la situacion relativa del imperio romano, regiones más vastas ni más favorecidas que aquellas por donde se estendia la dominacion romana desde Octavio hasta Constantino.

Desde la estremidad occidental de la Europa hasta el Eufrates, desde la Bretaña y una parte de la Caledonia hasta la Getulia y el límite donde comienzan los desiertos de la Libia, no era

solamente la variedad infinita de los aspectos que presentan la conformacion del suelo, las producciones orgánicas y los fenómenos naturales lo que llamaba la atencion: la raza humana ofrecia tambien todos los matices de la civilizacion y de la barbarie. Aquí se la veia en posesion de las artes y de las ciencias desde remota antigüedad; más allá se hallaba aun sumida en el primer crepúsculo donde flota la inteligencia cuando se despierta.

Debió esperarse que, mediante el beneficio de una larga paz, la reunion de una sola monarquía de tantas y tan vastas comarcas y de climas tan diversos, que la facilidad con que atravesaban las provincias funcionarios escoltados por numeroso séquito de hombres de variada instruccion, hubieran aprovechado de una manera maravillosa, no solamente á la descripcion de la tierra, sino á la ciencia misma de la Naturaleza, y dado orígen á miras más elevadas sobre el conjunto de los fenómenos. Semejantes esperanzas sin duda que eran demasiado ambiciosas, y no se han visto satisfechas. En todo el largo período en que el imperio romano conservó su integridad, durante un espacio de cuatro siglos, no vemos aparecer como observadores de la Naturaleza sino á Dioscórides de Cilicia y á Galeno de Pérgamo. El primero aumentó notablemente el número de las especies vejetales ya descritas; debe, sin embargo, colocarse despues de Teofrasto, que ha sabido imprimir

por todas partes el sello de su espíritu filosófico. Galeno estendió sus observaciones á gran número de especies animales, y por la delicadeza de sus análisis, por la importancia de sus descubrimientos anatómicos, mereció figurar despues de Aristóteles, y muchas veces antes que él. Tal es al menos la opinion de Cuvier.

Al lado de Dioscórides y de Galeno, hay aun otro nombre, pero uno solo, de cierto esplendor, y es el de Tolomeo. No le citamos aquí como geófrafo, ó como inventor de un sistema nuevo de astronomía, sino que no vemos en él ahora mas que al físico que por sus esperimentos ha llegado á medir la refraccion de la luz, y puede ser reputado como el fundador de una parte considerable de la óptica. Sus derechos no se han reconocido hasta muy tarde, aunque indudablemente son incontrovertibles.

Los hombres eminentes que imprimieron el lustre á la ciencia al período imperial eran todos de orígen griego. En la lucha de elementos que se observaba en la civilizacion de los tiempos del imperio romano, la victoria quedó de parte del elemento más antiguo y mejor organizado, de la raza griega. Pero despues de la decadencia sucesiva de la escuela de Alejandría, las luces de la ciencia y de la filosofía se debilitaron y dispersaron. Más tarde se las ve renacer en Grecia y en el Asia menor.

El establecimiento de la dominacion romana fué sin duda efecto de la grandeza inherente al

carácter romano, de la severidad que se mantuvo largo tiempo en las costumbres, y de un patriotismo esclusivo unido al elevado sentimiento que de sí mismo tenian. Pero una vez obtenido este resultado, debilitáronse poco á poco las nobles cualidades que le habian producido, desnaturalizándose bajo la influencia inevitable de nuevas relaciones. Con el espíritu nacional se estinguió el ardor comun á todos los ciudadanos, y desaparecieron al mismo tiempo la publicidad y el principio de la individualidad, bases las más firmes de los Estados libres. La ciudad eterna llegó á ser el centro de una circunferencia vasta en demasía. Faltó el espíritu que hubiera podido sin agotarse, animar aquella inmensa corporacion de Estados. La religion cristiana llegó á ser la religion del imperio, cuando ya estaba profundamente quebrantado, y cuando los beneficiosos efectos de la nueva doctrina, se esterilizaban por causa de las contiendas dogmáticas de las sectas enemigas. Así se vió desde entonces comenzar el doloroso combate de la ciencia y de la fé, que, renovándose sin cesar bajo formas diversas, se prolongó á través de los siglos y fué un constante obstáculo para la investigacion de la verdad.

Si el Imperio romano á causa de su estension y de la constitucion política que era consiguiente, fué impotente para sostener y vivificar las fuerzas intelectuales y creadoras de la humanidad, lo contrario de lo que habia acontecido en

las pequeñas repúblicas griegas aisladas é independientes, tenia en cambio otras ventajas que no deben olvidarse. La esperiencia y la multiplicidad de las observaciones aportaron abundante cosecha de ideas. El mundo de los objetos esteriores se ensanchó considerablemente, y así se facilitó á los siglos venideros la contemplacion reflexiva de los fenómenos de la Naturaleza. Activáronse las relaciones entre los pueblos por la dominacion romana, la lengua latina se estendió por todo el Occidente y una parte del Asia Septentrional.

La dominacion romana, que llegaba por el Oeste al promontorio Sagrado, siguiendo la costa septentrional del Mediterráneo, es decir, hasta la mas apartada estremidad del continente europeo, no se estendia por el Este, ni aun en tiempo de Trajano, que navegó por el Tigris, mas que hasta el meridiano del golfo Pérsico. Por este lado, y en el período cuyo cuadro bosquejamos, fué por donde hicieron progresos mas considerables las relaciones de los pueblos y el comercio terrestre tan importante para la geografía. Despues de la caida del imperio griego de Bactriana se establecieron además comunicaciones con los Seros, merced á la poderosa intervencion de los Arsacidas. Pero estas no eran sin embargo, mas que relaciones indirectas, insuficientes para compensar el perjuicio causado á las relaciones inmediatas de los Romanos con los pueblos del Asia interior por la actividad

que los Partos desplegaron en su comercio de reventa.

Las grandes invasiones se dirigieron en Asia del Este al Oeste, y en el nuevo continente del Norte al Sud. Siglo y medio antes de nuestra era, por el tiempo próximamente de la destruccion de Corinto y de Cartago, la raza turca de los Hiungnu, que de Guignes y Juan de Muller han confundido con los Hunor de raza finlandesa, invadiendo cerca de la muralla de la China al pais de los Yuetas (quizás los Getas) y los Usunos, pueblos notables por su rubia cabellera y ojos azules, y probablemente de raza indo-germánica, dieron el primer impulso á aquellas emigraciones que no debian llegar á las fronteras de Europa sino quinientos años mas tarde. De este modo, oleadas de poblaciones, atraidas hácia el Occidente, se corrieron lentamente desde el valle superior del Huangho, hasta el Don y el Danubio, mientras que movimientos en sentido contrario mezclaban una parte de la raza humana con la otra, en el lado septentrional del antiguo continente, y daban lugar á hostilidades que se trocaban despues en relaciones de paz y de comercio. Estas grandes corrientes de pueblos que, como las del Océano, siguen su marcha entre masas inmóviles, son acontecimientos de gran trascendencia en la historia de la Contemplacion del mundo.

Durante el reinado del emperador Claudio, llegó á Roma atravesando el Egipto una emba-

jada que envió el Rachia de la isla de Ceilan; y en tiempo de Marco-Aurelio Antonino, llamado Antun por los historiadores de la dinastía de los Han, se presentaron en la córte de China embajadores romanos, después de haber llegado por mar hasta Tun-kin. Señalamos desde ahora los primeros vestigios de las relaciones que mantuvo el imperio romano con la China y con la India, porque muy verosímilmente se debe á estas relaciones el haberse difundido en estas dos comarcas y hácia los primeros siglos de nuestra era, el conocimiento de la esfera griega del zodiaco griego y de la semana planetaria de los astrólogos. Los grandes matemáticos indios Warahmihira, Brahmagupta y aun quizás Aryabhatta, son posteriores á la época que nos ocupa ahora; pero puede ser tambien que alguno de los descubrimientos pertenecientes originariamente á los indios, y á los cuales llegaron aquellos pueblos por sendas solitarias y estraviadas, hayan penetrado en el Occidente antes del nacimiento de Diofanto, á consecuencia de las relaciones comerciales que habian tomado tan vastas proporciones en tiempos de los Lagidios y de los Césares.

Hasta qué punto se multiplicasen aquellos caminos, y cuán vasto desarrollo recibiesen por todas partes las comunicaciones de los pueblos, lo demuestran de la manera más decisiva las gigantescas obras de Estrabon y de Tolomeo. El ingenioso geógrafo de Amasea no manifiesta en sus

medidas la exactitud que en las de Hiparco, ni sabe aplicar como Tolomeo los principios matemáticos al conocimiento de la tierra; pero por la variedad de los materiales y la grandeza de su plan, es su obra superior á todos los trabajos geográficos de la antigüedad. Estrabon habia visto por sí mismo una parte considerable del imperio romano y de ello se lisonjea. Después de haber escrito cuarenta y tres libros de historia, para servir de continuacion á la de Polybio, tuvo valor de empezar á los ochenta y tres años de edad la redaccion de su gran obra geográfica. El mismo observa que la dominacion de los Romanos y la de los Partos contribuyeron, cada una en su tiempo, á asegurar más todavía el libre tránsito por el mundo, que las conquistas de Alejandro, cuyos resultados confundían á Eratóstenes. El comercio de la India no estaba ya en manos de los árabes. Estrabon se admiraba en Egipto de ver tan aumentado el número de los buques que partían directamente de Myjos-Hormos hácia los puestos de la India, y su imaginacion le arrastraba mucho más allá de aquella comarca, hácia las costas orientales del Asia. Bajo la misma latitud que el estrecho de Gades ó la isla de Rodas, en el sitio en que, segun su opinion, una cadena no interrumpida de montañas, prolongacion del Tauro, divide el antiguo continente en su mayor anchura, sospecha la existencia *de otro continente*, situado entre la Europa occidental y el Asia: «Es muy posible,

dice, que siguiendo por el Océano atlántico el paralelo de Tinœ (ó de Atenas segun una correccion propuesta por el último editor), se hallen aun en aquella zona templada, uno ó muchos mundos, poblados por razas humanas distintas de la nuestra.» Sorprende verdaderamente que tal aserto no haya llamado la atencion de los escritores españoles que, á principios del siglo XVI, creian ver por doquiera entre los autores clásicos, la prueba de que el Nuevo Mundo no era completamente desconocido desde aquella época.

Desgraciadamente la estensa y rica obra de Estrabon fué casi desconocida de la antigüedad romana hasta el siglo V. Plinio mismo no sacó partido de ella á pesar de todo su saber. Solo á fines de la edad media empezó este libro á influir en la direccion de los espíritus; sin embargo, esta influencia fué menor que la de la Geografía de Tolomeo, obra mas especialmente matemática, casi enteramente estraña á las ideas de la física general, y que no es otra cosa sino árida nomenclatura. La Geografía de Tolomeo sirvió de guia á todos los viajeros hasta en el siglo XVI. A cada descubrimiento creíase reconocer en aquel libro las nuevas regiones aunque designadas con otros nombres. Del mismo modo que los naturalistas durante mucho tiempo se obstinaron en ajustar forzosamente á las clasificaciones de Linneo todas las especies de plantas y animales últimamente descubiertas, así

tambien los primeros mapas del nuevo continente aparecieron en el Atlas de Tolomeo, que preparó Agatodemon, en la época en que entre los Chinos ya estaban representadas las provincias occidentales del Imperio en cuarenta y cuatro divisiones. La Geografía universal de Tolomeo tiene indudablemente la ventaja de reproducir á nuestra vista todo el antiguo mundo, no solo de una manera gráfica, trazando los contornos, sino que tambien numéricamente, determinando las posiciones por la longitud y la latitud, y por la duracion de los dias. Pero aunque Tolomeo haya acreditado con frecuencia que preferia los resultados astronómicos á las enumeraciones de las distancias por tierra ó por mar, no se puede desgraciadamente reconocer sobre qué base establecia él cada una de las determinaciones de lugares cuyo conjunto escede del número de 2,500, ni qué verosimilitud relativa debe atribuírseles refiriéndolas á los itinerarios en uso por entonces. Los Griegos y los Romanos, por cuidado que en ello pusiesen, no podian formar exactos itinerarios, porque ignoraban completamente la direccion de la aguja imantada, careciendo, por lo tanto, del recurso de la brújula, que mil doscientos cincuenta años antes de Tolomeo figuraba ya con otro instrumento destinado á medir los caminos en la construccion del carro magnético del emperador chino Tsching-wang. Así mismo desconocian la manera de determinar con exactitud las direcciones de las lí-

neas, es decir, el ángulo que forman con el meridiano.

A medida que en nuestros dias se han conocido mejor las lenguas de la India y el zend de la antigua Persia, háse visto con creciente sorpresa que una gran parte de la nomenclatura geográfica de Tolomeo es un monumento histórico de las relaciones comerciales establecidas en otro tiempo entre el Occidente y las comarcas mas apartadas del Sud y del centro del Asia. Entre los mas importantes resultados de estas relaciones puede contarse el de haber llegado al cabo á formar una idea exacta del mar Caspio, y comprobado que se halla cerrado por todas partes. Tolomeo restableció esta verdad, y echó por tierra definitivamente un error que habia durado cinco siglos y medio. Durante su permanencia en Alejandría, habia podido procurarse noticias exactas acerca de las comarcas limítrofes del mar Caspio, como tambien respecto de las espediciones comerciales de los Aorsos, cuyos camellos llevaban las mercancías de la India y de Babilonia á orillas del Don y el mar Negro.

De lamentar es que Tolomeo, que nuevamente comprobó la verdadera forma del mar Caspio, tenido mucho tiempo como mar abierto, segun la hipótesis de los *cuatro golfos*, y segun tambien los reflejos imaginados en la luna para esplicar las manchas de que aparece sembrado su disco no haya renunciado asimismo á la fábula de aquella *region desconocida del medio*

día que debia juntar el Promontorio Praso con Cattigara y Thinæ, y unir por consiguiente el África oriental con el pais de Tsin (la China). Esta fábula, que hace del Océano Índico un mar interior, tiene su orígen en opiniones que se remontan, por medio de Marin de Tyro, á Hiparco, Seleuco de Babilonia y hasta Aristóteles.

Hemos recordado antes, de un modo incidental, cómo llegó á ser Cláudio Tolomeo, por su óptica que nos conservaron los Árabes, aunque muy incompletamente, el fundador de una parte de la física matemática. Cierto es que aquella parte, en lo que concierne á la refraccion de la luz habia sido tratada ya en la Catóptrica de Arquímedes, si ha de creerse á Théon de Alejandría. La ciencia ha realizado un progreso considerable, cuando los fenómenos físicos, en vez de ser observados y comparados simplemente entre sí, como de ello nos ofrecen memorables ejemplos entre los Griegos, los numerosos é interesantes Problemas del pseudo Aristóteles, y entre los Latinos los libros de Séneca, los provocaba de intento y evaluaba numéricamente en condiciones que modifica el mismo observador. Este modo de esperimentacion caracteriza las investigaciones de Tolomeo sobre la refraccion de los rayos luminosos en el momento de su paso á través de medios de desigual densidad. Tolomeo hacia pasar los rayos del aire al agua y al cristal, ó del agua al cristal, bajo grados de incidencia diferentes: los resultados de estas esperien-

cias han sido reunidos por él en un cuadro. Esta apreciacion numérica aplicada á hechos que suscita el esperimentador á su arbitrio, á fenómenos naturales que no pueden referirse al movimiento de las ondas luminosas, es un acontecimiento único en la época de que tratamos en este momento. Aristóteles, para esplicar los efectos de la luz, habia supuesto que el medio se mueve entre el ojo y el objeto sobre el cual se fija. El período de la dominacion romana no nos ofrece más despues de esto, en el estudio de la naturaleza elemental, que algunas esperiencias químicas de Dioscórides, y como ya he esplicado en otro lugar, el arte de recoger en verdaderos aparatos de destilacion los vapores que se escapan y vuelven á caer gota á gota.

Para el conocimiento de la naturaleza orgánica, despues del anatómico Marin, despues de Rufo de Efeso, que se dedicó á disecar monos, y distinguió los nervios sensibles y los nervios motores, despues de Galeno de Pérgamo, que eclipsó á todos sus rivales, no hay mas nombres que citar. La historia de los Animales por Elíano de Prénesto, el poema de Opiano sobre los peces, contienen datos esparcidos.

Para acabar el cuadro de los progresos realizados en la ciencia del Universo durante el período de la dominacion romana, nos queda por mencionar la gran empresa de Plinio el Viejo, que intentó abarcar una descripcion general del mundo en los treinta y siete libros de su his-

toria. No se hallaria en toda la antigüedad segundo ejemplo de tentativa semejante.

La Historia Natural de Plinio, denominada *Historia Mundi* en la tabla de materias que forma hoy lo que pudiéramos llamar primer libro, y con mas propiedad *Naturæ Historia* en una carta de Plinio el Jóven á su amigo Macer, comprende á la vez el Cielo y la Tierra, la posicion y el curso de los planetas, los fenómenos meteorológicos de la atmósfera, la configuracion de la superficie terrestre y todo lo que se relaciona con ella, desde la capa de vegetales que la cubre y los moluscos del Océano, hasta la especie humana. Plinio considera las distinciones que crean las facultades de la inteligencia entre las diferentes razas, y sigué la glorificacion de la humanidad hasta en el desenvolvimiento de las artes plásticas. «El camino que voy á recorrer, dice con noble confianza en sí mismo, no ha sido aun hollado; nadie entre nosotros, ninguno entre los Griegos se ha atrevido á tratar por sí solo de la universalidad del mundo. Si mi empresa se frustra, bella y grande cosa será, sin embargo, el haber osado intentarla.

Este hombre de espíritu tan penetrante, veia flotar delante de él una imágen grande; mas preocupado por los detalles, no ha sabido retenerla fija ante sus ojos, por no haber observado y vivificado por sí mismo la Naturaleza. La ejecucion ha quedado incompleta, no solamente porque tenia un conocimiento muy ligero de los

objetos que se proponia tratar, y hasta los desconocia con frecuencia, sino que tambien por falta de plan y de órden, segun podemos juzgar por las obras cuyos estractos hizo, y que han llegado hasta nosotros. Reconocíase que Plinio el Viejo era un hombre eminente y distraido con gran número de ocupaciones, á quien agradaba gloriarse de sus largas veladas y de su trabajo nocturno, pero que, como gobernador de España ó encargado del mando de la flota en el mar Tirreno, abandonó con mucha frecuencia á subalternos poco instruidos el cuidado de llenar el cuadro de aquella compilacion sin fin

El estilo de Plinio tiene mas vida y animacion que verdadera grandeza; pocas veces es pintoresco. Compréndese que el autor ha recogido sus impresiones en los libros, y no en la fuente de la libre Naturaleza, aunque haya podido contemplarla bajo zonas muy diferentes. Ha difundido por todas partes un color sombrío y monótono, mezclándose á esta disposicion sentimental un tinte de amargura, cuando habla del estado y el destino de la raza humana. Casi igual entonces á Ciceron, aunque con menor sencillez de lenguaje, presenta como una esperanza y un consuelo el espectáculo ofrecido por el gran todo de la Naturaleza á los que sondean sus profundidades.

La conclusion de la Historia Natural de Plinio, el monumento mas grande que la literatura latina ha legado á la literatura de la edad me-

dia, está dentro del espíritu que conviene á una descripcion del mundo. Segun podemos juzgar por el descubrimiento del manuscrito encontrado en 1831, contiene dicha parte una ojeada comparativa sobre la historia natural de las regiones situadas en zonas diferentes; el elogio de la Europa Meridional, comprendida entre los límites naturales del Mediterráneo y de la cadena de los Alpes; y finalmente, el enaltecimiento del cielo de la Hespéria, «en donde, segun un dogma de los primeros pitagóricos, la dulzura de un clima templado ha debido ayudar desde luego á la raza humana á despojarse de la rudeza del estado salvaje.»

Obrando sin cesar la influencia de la dominacion romana, como un elemento de aproximacion y de fusion, debia trazarse en la historia de la Contemplacion del Mundo con tanta mayor fuerza é insistencia, cuanto que en una época en que se relajan los lazos y bien pronto se destruyen completamente por la invasion de los bárbaros, se la puede aun seguir y reconocer en sus remotas consecuencias.

Medios materiales de violencia; formas de gobierno hábilmente combinadas, y una larga costumbre del servilismo, padian indudablemente aproximar á los pueblos á hacerlos salir de su existencia aislada; pero el sentimiento del parentesco y de la union de la raza humana, la conciencia de los derechos comunes á todas las familias que la componen, tienen un orígen más

noble; están fundadas en las relaciones íntimas del corazon y en las convicciones religiosas. Al cristianismo, sobre todo, corresponde la gloria de haber hecho evidente la unidad del genero humano, y de haber inculcado por este medio el sentimiento de la dignidad humana en las costumbres y en las instituciones de los pueblos. Aunque profundamente mezclada con los primeros dogmas cristianos, la idea de la humanidad prevaleció muy lentamente, porque en tiempo, en que por motivos políticos, la nueva fé llegó á ser en Bizancio la religion del Estado, sus adeptos estaban ya empeñados en miserables querellas de partido, las comunicaciones lejanas entre los pueblos suspendidas, y los fundamentos del imperio quebrantados por los ataques del esterior. Puede tambien decirse que la libertad personal de numerosas clases no ha encontrado en los Estados cristianos durante mucho tiempo ningun apoyo en los poseedores de bienes eclesiásticos ni en las corporaciones religiosas.

PERIODO DE LA DOMINACION ÁRABE.

Al bosquejar la historia de la contemplacion del mundo, es decir, al esponer el desarrollo sucesivo de la idea del Universo, hemos señalado hasta aquí cuatro fases principales: primeramente, los esfuerzos intentados para penetrar partiendo de la cuenca del Mediterráneo, por el Este hácia el Ponto y el Phaso, por el Mediodia hácia la tierra de Ophir y los paises del oro situados bajo los trópicos, y por el Este con el Océano, que envuelve al mundo, á través de las columnas de Hércules. Mas tarde vienen la espedicion Macedónica de Alejandro el Magno, el período de los Lagidas y el de la dominacion romana. Ahora pasamos á la poderosa influencia de los Arabes, elemento estraño felizmente mezclado á la civilizacion europea, han ejercido en la ciencia física y matemática de la Naturaleza, en el conocimiento de los espacios de la Tierra y del Cielo, de su conformacion y de su

estension, de las sustancias heterogéneas que los componen y fuerzas interiores que los ocultan. Nos proponemos en seguida estudiar el impulso dado en el mismo sentido, seis ó siete siglos más tarde, por los descubrimientos marítimos de los Portugueses y de los Españoles. El descubrimiento y la esploracion del Nuevo Continente, que permitió contemplar aquellas cordilleras en que resuenan tantos volcanes, aquellas mesetas en las cuales aparecen superpuestos unos á otros todos los climas, aquella capa vegetal que se desarrolla por un espacio de 120 grados de latitud, señalan sin contradiccion el período en que se ofrece al espíritu humano, en el más corto espacio de tiempo posible, el más rico tesoro de observaciones nuevas acerca de la Naturaleza.

En el continente del Asia, poco articulado en verdad, la península de la Arabia, comprendida entre el mar Rojo y el golfo Pérsico, entre el Eufrates y la porcion del Mediterráneo que baña las costas de la Siria, llama la atencion por su configuracion y su aislamiento. Esta península es la más occidental de las tres del Asia meridional y próxima así al Egipto y á la vez á las orillas de un mar europeo, le asegura esta situacion grandes ventajas políticas y comerciales. En la parte central de la península arábiga vivia el pueblo del Hedschaz, raza noble y robusta, ignorante pero no grosera, dotada de una viva imaginacion, y sin embargo, en-

tregada á la atenta observacion de todos los fenómenos de la Naturaleza, bien que se realicen en la superficie de la tierra ó bajo la bóveda eternamente serena del cielo. Estas poblaciones despues de haber permanecido muchos miles de años casi sin relacion con el resto del mundo, y de haber llevado en su mayor parte una vida nómada, salieron bruscamente de su oscuridad, dulcificaron sus costumbres por medio de un comercio intelectual con los pueblos que ocupaban los centros primitivos de la civilizacion, convirtieron y dominaron á todas las naciones comprendidas entre las columnas de Hércules y la parte de la India por donde atraviesa el Indo-Kho al monte Bolor. Ya á mediados del siglo IX, mantenian á la vez relaciones comerciales con el Norte de la Europa, la isla de Madagastar, las costas orientales del Africa, la India y la China. Así estendieron su lengua, sus monedas y las cifras indias, y formaron una aglomeracion de Estados poderosos, de un seguro porvenir y unida por la comunidad de las creencias religiosas. En sus correrias aventureras se contentaban de ordinario con atravesar rápidamente tal cual provincia. Amenazados por los indígenas, acampaban sus enjambres vagamundos, segun dice su poesía nacional, «como nublados que el viento disipa prontamente.»

Aunque el primer impulso de los grandes cambios que han esparcido á los Arabes en tres continentes, haya partido de la comarca ismae-

lita del Hedschaz; aunque la fuerza principal que ha asegurado el éxito de la invasion sea debida á una raza particular de pastores, sin embargo, las costas del resto de la península no habian permanecído estacionadas durante miles de años, al movimiento comercial que aproximaba á todos los pueblos. A fin de comprender la conexion y la posibilidad de acontecimientos tan estraordinarios, es necesario remontarse á las causas que los han preparado poco á poco.

Hácia el Sud-este, á lo largo del mar Eritreo, está situado el bello pais de los Yoctanides, el Yemen, region fértil y bien cultivada, y allí es donde florecia el antiguo reino de Saba. La denominacion de *Arabia Feliz* está fundada en sus producciones, denominacion que se encuentra por primera vez en Diórado y Estrabon. Al Sud-este de la península, en el golfo Pérsico, estaba situada Gerrha. Esta ciudad, colocada frente á frente de los establecimientos fenicios de Arados y de Tylos formaba un depósito considerable para las mercancías indias. Aunque en general pueda decirse que todo el interior de la Arabia es un desierto arenoso y sin árboles, hállase sin embargo en el Oman, entre los paises de Jailan y de Batna, toda una série de oásis bien cultivados y regados por canales subterráneos.

La variedad de aspectos que ofrecen las regiones montañosas caracterizan tambien la península de Sinaí, llamada por los egipcios del *Anti-*

guo Imperio el *país del cobre*, y á los valles pedregosos de Petra. Ya he mencionado las estaciones de comercio establecidas por los fenicios á la estremidad septentrional del mar Rojo, y la travesía hecha desde Azion Gaber á Ophir por los buques de Hiram y de Salomon. La Arabia y la isla de Sokotora (Dioscórides), habitada por colonos indios servian de estaciones al comercio general, que desde allí se dirigía á las Indias y á las costas orientales del Africa. Tambien los productos de la India y del Africa oriental se confundían habitualmente con los del Hadhramaut y del Yemen; «vendrán de Saba, dijo Isaías hablando de los dromedarios de Midian, y nos traerán oro é incienso.» Petra era el depósito de las mercancías preciosas destinadas á Tiro y á Sidón, y el asiento principal de los Nabateos, pueblo entregado al comercio y muy poderoso en otro tiempo, al cual el sábio filólogo Quatremére asigna por residencia primitiva las montañas de Gerrha en el curso inferior del Eufrates. Esta parte septentrional de la Arabia estuvo en relacion activa con otros Estados civilizados, merced especialmente á la proximidad del Egipto, á la intervencion de las razas árabes esparcidas por las montañas que costean la Siria y la Palestina, y los paises regados por el Eufrates; merced, en fin, á la célebre senda por donde se dirigian las caravanas de Damasco á Babilonia, atravesando Emesa y Tadmor (Palmira). Mahoma mismo, que descendía de una

familia noble pero pobre, de la tribu de los Koreischitas, antes de su aparicion como reformador y como profeta, había hecho el comercio y frecuentado la féria de Bosra en la frontera de Siria, la de Hadhramaut, país del incienso, y sobre todo la de Okadh, cerca de la Mecca, que no duraba menos de veinte dias, y á donde algunos poetas, beduinos en su mayor parte, se reunian cada año para entregarse á combates líricos. Entramos en estos detalles sobre las comunicaciones de los pueblos y las ocasiones á que ellas dieron lugar, á fin de hacer sentir con más viveza las causas que preparaban grandes cambios en las relaciones del mundo.

El hecho de las poblaciones árabes estendiéndose hácia el Norte despierta inmediatamente el recuerdo de dos acontecimientos, cuyas relaciones secretas es muy difícil separar aun hoy, pero que atestiguan por lo menos que ya miles de años antes de Mahoma, los habitantes de la Península por sus correrías al Oeste y al Este, hácia el Egipto y hácia el Eufrates, habian intervenido en los grandes negocios del mundo. La descendencia semítica ó aramea de los Hycsos, que en tiempo de nuestra era pusieron fin al *Antiguo Imperio* de los Egipcios, háce reconocido hoy casi universalmente. El mismo Manéthon dice: «Algunos son de opinion de que aquellos pastores eran árabes.» En otras fuentes se les llama Fenicios nombre que entre los antiguos se estendía á los habitantes del valle del Jordan y

á todas las rasas arábigas. Un crítico profundo, Ewald, designa en particular á los Amalecitas que habitaban originariamente el país del Yemen, se esparcieron más tarde hácia la tierra de Canaan y la Siria por la Meca y Medina, y figuran en los documentos originales de los Arabes como gobernando el Egigto en tiempo de José. En todo caso, no se puede pensar sin asombro que la raza nómada de los Hycsos haya llegado á someter un imperio tan poderoso y tan bien organizado como el *Antiguo Imperio* de los Egipcios. En verdad, hombres animados de pensamientos más libres entraban en lucha con pueblos que tenian una larga costumbre de la esclavitud; pero los conquistadores árabes no sentían entonces como luego el aguijon del entusiasmo religioso. Los Hycsos fundaron la plaza de armas y la fortaleza de Avaris, en el brazo oriental del Nilo, por temor á las tribus asirias de Arpachschad. Esta circunstancia permite suponer que habían sido empujados adelante por poblaciones guerreras, y que un gran movimiento de emigracion se dirigía hácia Oriente. El segundo hecho que he anunciado más arriba y que se verificó por lo menos mil años más tarde, lo refiere Diodóro bajo la autoridad de Ctésias. Ariœlo, príncibe de los Himiaritas, se asocia á la espedicion de Nino por el Tigris, combate con él á los Babilonios y entra cargado de un rico botin en la Arabia meridional, su patria.

Si bien la vida libre de los pastores domina-

ba por lo comun en el Hedschaz, y aunque fuese este régimen el de una numerosa y fuerte poblacion, citábanse, sin embargo, las ciudades de Medina y de la Meca como lugares considerables que venian á visitarse desde regiones estranjeras. El antiguo y misterioso templo de la Kaaba aumentaba el interés que inspiraba la Meca. En parte ninguna los paises que lindaban con las costas ó con las sendas de las caravanas, no menos útiles á los paises que atraviesan ellas que los rios que riegan los valles, se encontraba ese estado de salvagismo, efecto natural del aislamiento. Ya Gibbon, habituado á pintar con tanta claridad el estado de las sociedades humanas, recuerda que en la península de la Arabia la vida nómada es esencialmente distinta de la que se hacía, segun las descripciones de Herodoto y de Hipócrates, en las comarcas designadas bajo el nombre de Escitia, porque en Escitia ninguna parte de la poblacion pastoril se habia establecido en las ciudades, en tanto que en Arabia el pueblo campesino sostiene todavía hoy relaciones con los habitantes de las ciudades, y los considera de su mismo orígen.

Si queremos investigar cómo la invasion de los Arabes en Siria y en Palestina, y más tarde la toma de posesion del Epipto, despertaron tan pronta en aquella noble raza el gusto de la ciencia y el deseo de acelerar por sí mismos sus progresos, preciso es tener en cuenta sus disposiciones naturales para los goces del espíritu, la

configuracion particular del suelo y las antiguas relaciones de comercio que unian las costas de la Arabia con los Estados vecinos, llegados á un alto grado de civilizacion. Entraba sin duda en los maravillosos designios de la armonía del mundo, que la secta cristiana de los Nestorianos, que ha contribuido tan eficazmente á propagar muy lejos los conocimientos adquiridos, ilustrase tambien á los Arabes antes de su entrada en la sábia y sofística Alejandría, y que el nestorianismo cristiano pudiese penetrar en las comarcas orientales del Asia, bajo la proteccion armada del islamismo. Los Arabes fueron, con efecto, iniciados por los Sirios de raza semítica como ellos, en la literatura griega, cuyo conocimiento habian adquirido ciento cincuenta años antes de los Nestorianos, perseguidos por el crímen de herejía. Mahoma y Abubekr vivian ya en la Meca en relaciones de amistad con algunos médicos que se habian formado por las lecciones de los griegos y en la célebre escuela de Edeso fundada en Mesopotamia por los Nestorianos.

En esta escuela de Edeso, que parece haber servido de modelo á las de los Benedictinos del Monte Casino y de Salerno, fué donde nació el estudio científico de las sustancias medicinales obtenidas de minerales y vegetales. Cuando este instituto fué destruido por el fanatismo cristiano en tiempo de Zenon de la Isauria, esparciéronse los Nestorianos por la Persia en donde bien pronto adquirieron importancia política, y fundaron

á Dschondisapur, del Khusitan, un nuevo instituto médico que se vió muy frecuentado.

Las semillas de la civilizacion occidental, esparcidas en Persia por monjes instruidos y filósofos que habian desertado de la última escuela platónica de Atenas por consecuencia de las persecuciones de Justiniano, fueron recogidas y aprovechadas por los Arabes durante sus primeras incursiones al Asia. Por incompletos que fuesen los conocimientos de los sacerdotes nestorianos, su particular disposicion para los estudios médicos y farmacéuticos les permitía ejercer una gran influencia sobre una raza que por largo tiempo había vivido en el pleno goce de la naturaleza libre y conservaba un sentimiento más vivo y verdadero de la contemplacion del mundo exterior, en cualquiera forma que se les presentase, que los habitantes de las ciudades griegas é itálicas. Estos rasgos característicos de los árabes son los que principalmente hacen importante para la historia del *Cosmos* el período de su dominacion. Debe considerarse á los árabes, repito una vez más, como los verdaderos fundadores de las ciencias físicas, tomando esta denominacion en el mismo sentido en que hoy se acostumbra.

Los Arabes se elevaron á este tercer grado, casi desconocido por completo de los antiguos, y se fijaron principalmente en los hechos generales. Habitaban un país donde reina por todas partes el clima de las palmeras, y en la mayor porcion de su superficie, el de los trópicos; y es

que el trópico de Cáncer atraviesa efectivamente la península aquella casi desde Maskat hasta la Meca. A más, en dicha region, al mismo tiempo que los órganos están dotados de una fuerza vital más intensa, suministra el reino vegetal en abundancia aromas, jugos balsámicos y sustancias beneficiosas ó nocivas para el hombre: de aquí resultó que la atencion de aquellos pueblos debió ser escitada desde luego por las producciones de su suelo y las de las costas de Malabar, de Ceylan y el Africa oriental, con las cuales sostenian relaciones comerciales. Las formas orgánicas afectan en aquellas partes de la zona tórrida caractéres singulares que se diversifican casi á cada paso. Cada rincon de tierra ofrece producciones especiales, y despertando contínuamente la atencion, hace más activo y variado el comercio del hombre con la Naturaleza. Era preciso distinguir cuidadosamente entre sí producciones tan preciosas para la medicina, la industria y el lujo de los templos y los palacios; era preciso investigar el país de que provenian, que hombres ávidos y astutos ocultaban de ordinario. Numerosas caravanas atravesaban toda la parte interior de la península arábica, partiendo del depósito de Gerrha, en el Golfo Pérsico y del distrito de Yemen, hasta la Fenicia y la Siria, y esparciendo por doquiera los nombres de aquellos agentes enérgicos les hacían más preciosos cada dia.

El conocimiento de las sustancias medicina-

les fundado por Dioscorides en la escuela de Alejandria, es, en su forma científica, una creacion de los Arabes, que á su vez habian podido tomar ellos mismos en una fuente más abundante y la más antigua de todas, en la de los médicos indios. La farmacia química ha sido constituida por los Arabes, y de ellos proceden las primeras prescripciones consagradas por la autoridad de los magistrados y análogas á las llamadas hoy *recetarios*, que más tarde se estendieron de la escuela de Salermo á la Europa meridional. La Farmacia y la Materia médica, esas dos primeras necesidades del arte de curar, condujeron al mismo tiempo, por dos sendas diferentes, al estudio de la Botánica y al de la Química. Saliendo del círculo estrecho de la unidad práctica y de las aplicaciones limitadas, el conocimiento de las plantas se difundió poco á poco por un campo más vasto y más libre. Los botánicos observaron la estructura del tejido, la relacion de esta estructa con las fuerzas que en él se desarrollan, las leyes segun las cuales se presentan las formas vegetales reunidas en familias y se dividen geográficamente, segun la diferencia de los climas y la elevacion relativa del suelo.

Los árabes, después de las conquistas que hicieron en Asia, y que conservaron fundando más tarde en Bagdad un punto central de poderío y de civilizacion, se esparcieron en el corto espacio de setenta años por todo el Norte de Africa, por Egipto, Cirene y Cartago, hasta la Península-

la Ibérica, á la estremidad de Europa. Las costumbres, todavía salvajes, del pueblo y de sus jefes, debian sin duda hacer sospechar de su parte toda suerte de escesos y brutalidades. Sin embargo, la violencia atribuida á Amrú, el incendio de la biblioteca de Alejandría, que hubiera bastado, segun se dice, para calentar durante seis meses cuatro mil salas de baño, parece ser una fábula, sin otro fundamento que el testimonio de dos escritores posteriores en 580 años á la época en que se dice haberse realizado aquel acontecimiento. No es necesario entrar en detalles de cómo en tiempos más tranquilos, en la época brillante de Almanzor, de Haron al-Raschid, de Mamon y de Motazem, aunque la cultura intelectual de las masas no hubiese aun tomado libre vuelo, las córtes de los príncipes y los institutos públicos consagrados á las ciencias pudieron reunir un número considerable de hombres eminentes.

Verdad es que la Alquimia, la Mágia y todas las fantasías místicas, despojadas por la escolástica del encanto de la poesía, alteraron en aquella ocasion, como sucedió por do quiera en la edad media, los resultados positivos de la ciencia; pero no es menos cierto que los árabes, por las investigaciones infatigables á que ellos mismos se entregaron, por el cuidado que tuvieron de apropiarse, por medio de traducciones, todos los frutos de las generaciones anteriores, han engrandecido las miras sobre la Naturaleza, y

dotado á la ciencia de un número de creaciones nuevas. Con razon se ha hecho resaltar la gran diferencia que presentan, respecto de la historia de la cultura de los pueblos, las razas invasoras de Germania y las razas árabes. Los Germanos no comenzaron á civilizarse sino después de sus emigraciones; los árabes llevaban consigo de su pátria, no solo su religion, sino tambien una lengua perfeccionada y las delicadas flores de una poesía que no fué perdida para los trovadores provenzales ni para los minnesinger.

Los árabes ostentaban maravillosas disposiciones para jugar el papel de mediadores é influir sobre los pueblos comprendidos desde el Eufrates hasta el Guadalquivir y hasta la parte meridional del Africa central, llevando á un lado lo que habian adquirido en otro. Poseian una actividad sin ejemplo, que señala una época distinta en la historia del Mundo; una tendencia opuesta al espíritu intolerante de los israelitas, que les incitaba á fundirse con los pueblos vencidos, sin abjurar, no obstante, á pesar del perpétuo cambio de regiones, de su carácter nacional ni de los recuerdos tradicionales de su pátria originaria. Ninguna otra raza puede citar ejemplos de más largos viajes terrestres realizados por indivíduos aislados, no siempre por interés comercial, sino para formar conocimientos. Los sacerdotes budhistas del Tibet y de la China, el mismo Marco Polo y los misioneros cristianos enviados á los príncipes mogoles, han limilado

sus escursiones á espacios menos vastos. Una parte considerable de la ciencia de los pueblos asiáticos fué introducida en Europa por las numerosas relaciones de los Arabes con la India y con la China. Es sabido que ya á fines del siglo VII, bajo el califato de los Ommiadas se estendian sus conquistas hasta el reino de Cabul, hasta las provincias de Kaschgar y de Pendjab. Las profundas investigaciones de Reinaud nos han demostrado cuánto hay que recoger en las fuentes árabes para el conocimiento de la India. La invasion de los Mogoles en China, contuvo, es cierto, las comunicaciones con los paises situados á la parte de allá del Oxo; pero los mismos Mogoles fueron bien pronto los intermediarios de los árabes, que por esploraciones personales y laboriosas investigaciones habían arrojado ya gran luz sobre la Geografía, desde las costas del Océano Pacífico hasta las del Africa Occidental, desde los Pirineos hasta la comarca pantanosa de Wangarah, situada en el interior del Africa y descrita por el cherif Edrisi. Segun Fraehn, la Geografía de Tolomeo fué traducida al árabe por los años de 813 á 833 por órden del kalifa Mamon; no es inverosímil que se aprovecháran para aquella traduccion algunos fragmentos, perdidos hoy, en Marin de Tiro.

En la larga série de geógrafos eminentes que nos ofrece la literatura árabe, basta mencionar aquellos que abren y cierran la lista: El Istachri, y Alhasan (Juan Leon el Africano). Nunca el co-

nocimiento de la tierra recibió de una sola vez acrecentamiento más brillante, hasta los descubrimientos de los portugueses y de los españoles. Cincuenta años después de la muerte del Profeta, los árabes habían llegado ya á la estremidad occidental de la costa africana, al puerto de Asfi. Muy recientemente se ha puesto en duda de nuevo un hecho que confieso me habia parecido verosímil durante mucho tiempo, y es el de que más tarde, en la época en que los aventureros conocidos bajo el nombre de Almagrurinos navegaban por el *mar Tenebroso*, las islas de los Guanchos fueron visitadas por barcos árabes. La gran cantidad de monedas árabes que se han encontrado enterradas en las regiones situadas á orillas del mar Báltico, y en la parte de la Escandinavia más próxima al polo, provienen indudablemente, no de los viajes marítimos de los árabes, sino en sus relaciones comerciales que se estendian muy á lo lejos en el interior de las tierras.

La Geografía no se limitó á fijar la situacion relativa de los lugares, á suministrar indicaciones de longitud y de latitud, como ha hecho de ordinario Abul-Hasan, á describir las cuencas de los rios y las cadenas de montañas; condujo tambien á aquel pueblo, amante de la Naturaleza, á ocuparse de las producciones orgánicas del suelo, y particularmente de las sustancias vegetales. El horror que inspiraban á los sectarios del islamismo los estudios anatómicos, les impi-

dió hacer progreso ninguno en la historia natural de los animales. Se contentaron á este respecto con lo que pudieron sacar de las traducciones de Aristóteles y de Galeno. Sin embargo, la *Historia de los Animales* de Avicena, que posee la Biblioteca real de París, difiere de la de Aristóteles. Ibn-Baithar de Málaga merece especial mencion como botánico: sus viajes á Grecia, Persia, la India y el Egipto, permiten citarle como ejemplo de los esfuerzos emprendidos para comparar por observaciones personales las producciones de las opuestas zonas del Mediodia y del Norte. El punto de partida de esas tentativas era siempre el conocimiento de las sustancias medicinales, que aseguró largo tiempo á los Árabes el predominio sobre las escuelas cristianas, y que perfeccionaron Ibn-Sina (Avicena), nacido en Afschena, cerca de Bokhara, Ibn-Roschd de Córdoba (Averroes), Serapion el Jóven de Siria, y Mesna de Maridin del Eufrates, aprovechando todos los materiales que les suministraba el comercio terrestre y marítimo. He escogido intencionadamente sábios nacidos á grandes distancias unos de los otros, porque los nombres de los paises á que pertenecen, demuestran claramente cómo por efecto de las tendencias intelectuales peculiares á la raza árabe, y merced á una actividad que se ejercía simultáneamente por todas partes, se estendió el conocimiento de la Naturaleza sobre una porcion considerable de la tierra y engrandeció el círculo de las ideas.

La química fué principalmente la que más aprovechó los servicios prestados por los Arabes á la ciencia general de la Naturaleza, pues con los Arabes comenzó para la Química una nueva era; aunque indudablemente la alquimia y las fantasías neoplatónicas se mezclasen íntimamente á esta ciencia, como la astrología al conocimiento de los astros. Las necesidades igualmente urgentes de la Farmacia y de las artes de aplicacion, condujeron á descubrimientos tambien favorecidos por operaciones herméticas sobre los metales, hechas á este propósito, ó que á él concurrieran accidentalmente. Los trabajos de Geber, ó mejor dicho, de Djaber (Abu-Mussah Dschafar-al Kufi), y los de Rasis (Abu-Bokr-Arrasi), mucho mas posteriores tuvieron muy importantes consecuencias. Señálase esta época por la composicion del ácido sulfúrico, del ácido nítrico y del agua régia, por la preparacion del mercurio y de otros óxidos metálicos, y por último, por el conocimiento de la fermentacion alcohólica. La primera organizacion científica de la Química y sus progresos importan tanto mas á la historia de la Contemplacion del Mundo, cuanto que entonces por la primera vez, fué comprobada la heterogeneidad de las sustancias y la naturaleza de las fuerzas que no se manifiestan por el movimiento, y cuanto que al lado de la escelencia de *la forma*, tal como la entendian Pitágoras y Platon, introdujeron el principio de la *composicion* y de la *mezcla*. Sobre es-

tas diferencias de la forma y de la mezcla descansa todo cuanto sabemos de la materia; y son las abstracciones bajo las cuales creemos poder abrazar el conjunto y el movimiento del Mundo, por la medida y por la análisis.

Difícil es hoy determinar la utilidad que haya podido tener para los químicos árabes el conocimiento de la literatura india, y en particular de los escritos sobre el Rasayana; qué es lo que han tomado de las artes profesionales de los antiguos Egipcios; de las nuevas prescripciones del pseudo-Demócrito ó del sofista Synesios sobre los procedimientos de la alquimia; y por último, lo que han podido recoger de las fuentes chinas por intermedio de los Mogoles. Puede afirmarse al menos, segun las nuevas y concienzudas investigaciones del eminente orientalista Reinaud, qué ni la invencion de la pólvora, ni el uso que de ella se hizo para lanzar proyectiles huecos, pertenecen á los Arabes. Hassan-al-Rammah, que escribia en los años de 1285 á 1295, no conocia esta aplicacion mientras que ya en el siglo XII, es decir, cerca de doscientos años antes de Berthold Schwartz, se usaba de una especie de pólvora para volar las rocas del Rammelsberg, una de las montañas que forman el grupo de Harz. Subsisten tambien muchas dudas acerca del descubrimiento de un termómetro atmosférico atribuido á Avicena, segun el testimonio de Sanctorio. Lo que hay de cierto en ello es que trascurrieron todavía seis siglos enteros antes

de que Galileo, Cornelio Drebbel y la Academia del Cimento llegaran á medir con exactitud la temperatura, y procurasen así un medio poderoso de penetrar en un mundo de fenómenos desconocidos, que nos asombran por su regularidad y periodicidad, y de comprender el encadenamiento universal de los efectos y de las causas en la atmósfera, en las capas superpuestas del mar y en el interior del globo. Entre los progresos que la física debe á los Arabes, preciso es limitarnos á citar los trabajos de Alhazen sobre la refraccion de los rayos, tomados quizás en parte de la *Optíca* de Tolomeo, y el descubrimiento y la aplicacion del péndulo como medida del tiempo por el gran astrónomo Ebn-Jonis.

La pureza de la trasparencia, rarísimamente turbada del cielo de la Arabia, llamaron la atencion de sus habitantes, en el tiempo mismo en que aun no se habian despojado de su rudeza primitiva, acerca del movimiento de los astros. Así es que al lado del culto astronómico de Júpiter, en uso entre los Lachmitas, encontramos tambien entre los Aseditas la consagracion de un planeta próximo al Sol, y mas raramente visible, como Mercurio. Sin embargo; esto no impide que la actividad científica desplegada por Arabes en todas las ramas de la astronomía práctica, deba atribuirse en gran parte á las influencias de la Caldea y de la India. Las condiciones de la atmósfera, por beneficiosas que sean, en razas bien dotadas, no pueden menos de favore-

cer las disposiciones naturales ya desarrolladas por el contacto oon pueblos mas adelantados en civilizacion. ¡Cuántas comarcas no hay en la América tropical, tales como Payta y las provincias de Cumaná y de Coro, en donde se desconoce la lluvia, dondo el aire es aun mas trasparente que en Egipto, en Arabia y en Bokhara! El clima de los trópicos, la eterna serenidad de la bóveda celeste sembrada de estrellas y nebulosas, influyen por do quiera en las disposiciones del alma; mas para que esas impresiones sean eficaces, para que muevan el espíritu y le lleven á ideas fecundas y al desarrollo de los principios matemáticos, preciso es que en el interior y en el esterior se ejerzan otras influencias independientes por completo del clima; necesario, por ejemplo, que la satisfaccion de las necesidades religiosas ó agronómicas haga de la division del tiempo una condicion del estado social. En las naciones entregadas al comercio y al cálculo, como los Fenicios; en pueblos constructores y agrimensores, como los Caldeos y los Egipcios, las reglas prácticas de la aritmética y de la geometría se descubrieron bien pronto; más esto no podia ser aun en ellos, sino una preparacion para el desarrollo de la astronomía y de las matemáticas consideradas como ciencias. Necesario es más alto grado de cultura para que los fenómenos terrestres puedan aparecer como un reflejo de los cambios que se realizan en el Cielo, segun una ley invariable, y que en medio de estos fe-

nómenos se dirija el espíritu hácia el *polo fijo*, segun la espresion de un gran poeta aleman. La conviccion de la regularidad que preside al movimiento de los planetas, es lo que mas ha contribuido en todos los climas á la investigacion del órden y la ley en las olas del mar atmosférico, en las oscilaciones del Océano, en la marcha periódica de la aguja imantada y en la distribucion de los seres organizados sobre la superficie de la tierra.

Cualesquiera que sean, por otra parte, las obligaciones de los Arabes para con los pueblos que les precedieron en civilizacion, particularmente para con las escuelas de la India y de Alejandría, no puede negarse que han engrandecido de una manera considerable el dominio de la Astronomía, gracias á su sentido práctico, al número y direccion de sus observaciones, á la perfeccion de los instrumentos de medida, y finalmente, al celo con que corrigieron las antiguas tablas comparándolas cuidadosamente con el Cielo. Sédillot ha reconocido en el libro VII del *Almagesto* de Abul-Wefa, la importante perturbacion que desaparece en las sizigias y en los cuartos y toca su máximun en los octantes. Este fenómeno es el mismo que bajo el nombre de *variacion* se habia considerado hasta aquí como un descubrimiento de Ticho-Brahe. Las observaciones de Ebn-Junis en el Cairo han adquirido principalmente importancia por las perturbaciones y las variaciones seculares comprobadas

en las órbitas de los dos mayores planetas, Júpiter y Saturno. El cuidado que tuvo el califa Al-Mamon de hacer medir un grado terrestre en la gran llanura de Sindschar, entre Tahmor y Bakka por observadores cuyos nombres nos ha conservado Ebn-Junis, tiene menos importancia por los resultados obtenidos, que por ser un testimonio de la cultura científica á que habia llegado la raza árabe.

El esplendor de esta cultura tuvo ciertos reflejos que debemos señalar y son: al Oeste, en la España cristiana, el congreso astronómico de Toledo reunido en tiempo de Alfonso de Castilla, y en el cual el rabino Isaac Ebn-Sid-Huzan jugó el principal papel; en el fondo del Oriente, el observatorio provisto de un gran número de instrumentos de Ilschan-Holagu, nieto menor del gran invasor Dschigischan, estableció sobre una montaña cerca de Meragha, que Nasir-Eddin, de Fons, en la provincia de Korasan, hizo centro de sus observaciones. Estos hechos particulares merecen mencionarse en la historia de la Contemplacion del Mundo, porque recuerdan de una manera evidente cómo la aparicion de los Arabes, ejerciendo su mediacion sobre vastos espacios, ha podido servir para propagar la ciencia y acumular los resultados numéricos, que en la gran época de Képlero y de Ticho llegaron á ser la base de la astronomía teórica y valieron para rectificar las ideas sobre los movimientos de los cuerpos celestes.

Despues de haber pagado el tributo de elogios que merecen los servicios prestados por los Arabes á la ciencia de la Naturaleza en la doble esfera del Cielo y de la Tierra, réstanos todavía mencionar lo por ellos añadido al tesoro de las matemáticas puras, esplorando las sendas solitarias del pensamiento. Segun los últimos trabajos emprendidos en Inglaterra, Francia y Alemania sobre la historia de las matemáticas, parece que el Algebra de los Arabes ha tomado primitivamente su orígen en «dos rios que seguian separadamente su curso, indio el uno y griego el otro.» El Compendio de Algebra compuesto por el matemático Mohammed-Ben-Muza, de Chowarezm, de órden del califa Al-Mamon, tiene por base, no los trabajos de Diofanto, sino los descubrimientos de los Indios. Tambien ya en tiempo de Almanzor, á fines del siglo VIII, fueron llamados varios astrónomos indios á la brillante córte de los Abasidas. La traduccion de las obras de Diofanto al árabe por Abul-Wefa-Buzjani no se hizo hasta fines del siglo X segun Casiri y Colebrooke. En cuanto al método, que consiste en ir gradualmente y con reserva de lo conocido á lo desconocido, método que parece haber faltado á los antiguos algebristas de la India, los Arabes le habian tomado de las escuelas de Alejandría. Esta bella herencia, aumentada con nuevas adquisiciones, se estendió en la literatura europea de la edad media por mediacion de Juan de Sevilla y de Gerardo de

Crémona. «Los tratados de Algebra de los Indios contienen la resolucion general de las ecuaciones interminadas de primer grado y una discusion de las ecuaciones de segundo grado mucho más completa que las de los escritos de los Alejandrinos que se han conservado hasta nosotros. No queda duda, por lo tanto, de que si estos trabajos de los Indios se hubiesen revelado á los europeos dos siglos antes, y no en nuestros dias, habrian debido acelerar el desarrollo de la análisis moderna.»

Por las mismas vias, y ayudados de las relaciones que ya debian al Algebra, aprendieron los Arabes á conocer las cifras indias en Persia y en las orillas del Eufrates. Esta nueva adquisicion data del siglo IX. Por entonces algnos Persas se hallaban establecidos como aduaneros á lo largo de las orillas del Indo, y el uso de las cifras indias se habia hecho general en las factorías de aduana fundadas por los Arabes en las costas septentrionales de Africa, frente á las playas de la Sicilia.

Los Arabes prestaron así un doble servicio á las ciencias matemáticas: su Algebra, á pesar de la insuficiencia de sus signos y notaciones, habia influido felizmente, tanto por lo que habian tomado de los Griegos y de los Indios, como por sus propios descubrimientos, en la época brillante de los matemáticos italianos de la edad media. Ellos fueron tambien los que por sus escritos y por la estension de su comercio, difun-

dieron el sistema de numeracion india desde Bagdad hasta Córdoba. Estos dos progresos, la propagacion de la ciencia y la de los signos numéricos con su doble valor absoluto y relativo, influyeron de una manera diferente, pero igualmente eficaz, en el desarrollo matemático de la ciencia de la Naturaleza. Así se llegó en el dominio de la Astronomía, de la Optica y de la Geografía física, en la teoría del calor y en la del magnetismo, á regiones que parecian colocadas fuera del alcance de los hombres, y que hubieran quedado sin este útil socorro inaccesibles.

Háse agitado con frecuencia en la historia de los pueblos la cuestion de saber qué hubiera sucedido si Cartago hubiese triunfado de Roma y sometido á la Europa occidental: «puede tambien preguntarse, dice Guillermo de Humboldt, cuál seria hoy el estado de nuestra civilizacion, si los Arabes hubiesen conservado el monopolio de la ciencia que estuvo mucho tiempo entre sus manos y permanecido en posesion del Occidente.» Me parece fuera de duda que no hubiera ganado nada la civilizacion en ninguno de los dos casos. A la misma causa que produjo la dominacion romana, es decir, al espíritu y al carácter romanos, más bien que á acontecimientos fortuitos y esteriores, somos deudores de la influencia ejercida por los Romanos en nuestras instituciones civiles, en nuestras leyes, nuestra lengua y nuestra cultura intelectual. A consecuencia de esta benéfica influencia

y de una especie de afinidad íntima, hemos llegado á comprender el espíritu y la lengua de los Griegos, en tanto que los Arabes apenas se fijaron más que en los resultados científicos de la erudicion griega, es decir, en los descubrimientos que interesaban á las ciencias naturales y físicas, en la Astronomía y en las Matemáticas puras. Conservando cuidadosamente los Arabes la pureza de su idioma nacional y la agudeza de sus pensamientos metafóricos, supieron dar á la espresion de sus sentimientos y á la forma de sus sentencias la gracia y los colores de la poesía. Pero á juzgar por lo que eran en tiempo de los Abásidas, por más que hubieran trabajado sobre la antigüedad con la cual los hallamos desde entonces en comercio, parece que jamás hubieran podido dar vida á esas obras literarias y artísticas de tan elevada poesía y de un arte tan consumado que se glorifica de haber producido en su desarrollo nuestra civilizacion europea orgullosa con justicia de la armonía que ha sabido establecer entre tantos elementos diversos.

FIN DEL TOMO SEGUNDO.

ÍNDICE DEL TOMO II.



PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

P&A Sci.

